МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра біокібернетики та аерокосмічної медицини

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри БІКАМ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.Д. Кузовик

«\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

 **(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ «МАГІСТР»

за спеціальністю: 172 «[Телекомунікації та радіотехніка](http://pk.nau.edu.ua/spetsialnosti/)»

освітньо-професійної програми «[Біотехнічні](https://nau.edu.ua/download/Quality%20Assurance_ukr/EKTS/OPP_2019/FAET/13_172_mag.pdf) та медичні апарати та системи»

**Тема: «Оцінювання параметрів рентгенівських систем для прогнозування їх технічного стану»**

Виконавець: студент БМ-210 М групи Пасічник М.С.

Керівник**:** доцент Буриченко М.Ю.

Консультант розділу «Охорона праці» Кажан К.І.

Консультант розділу «Охорона навколишнього Дудар Т.В.

середовища» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Нормоконтролер**: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** доцент Кучеренко В.Л.

Київ 2020НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра біокібернетики та аерокосмічної медицини

за спеціальністю: 172 «[Телекомунікації та радіотехніка](http://pk.nau.edu.ua/spetsialnosti/)»

освітньо-професійної програми «[Біотехнічні](https://nau.edu.ua/download/Quality%20Assurance_ukr/EKTS/OPP_2019/FAET/13_172_mag.pdf) та медичні апарати та системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БІКАМ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(Кузовик В.Д.)

«\_\_» \_\_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломної роботи**

Пасічника Михайла Сергійовича

1. Тема дипломної роботи (проекту): **«Оцінювання параметрів рентгенівських систем для прогнозування їх технічного стану»**.

затверджена наказом ректора від «12» вересня 2020 р.

2. Термін виконання роботи (проекту): з 16.09.2018 по 07.02.2019.

3. Вихідні дані до роботи (проекту): контрольні параметри діагностування рентген апарату, структурна схема рентген апарату.

4. Зміст пояснювальної записки: Розділ 1. Огляд літературних джерел. Розділ 2. Об’єкти та методи досліджень. Розділ 3. Експериментальна частина. Розділ 4. Охорона праці. Розділ 5. Охорона навколишнього середовища. Висновки. Список використаної літератури.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: схема «методики дослідження втоми людини», отримання і обробка результатів.

6. Календарний план-графік

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №пор. | Завдання | Термінвиконання | Відмітка про виконання |
| 1. | Одержання теми дипломної роботи. Ознайомлення з науковою літературою | 16.09.2019-02.10.2019р. |  |
| 2. | Робота над літературним оглядом | 10.10.2019-31.10.2019р. |  |
| 3. | Оформлення розділу: «Охорона навколишнього середовища» | 02.11.2019-23.11.2019р. |  |
| 4. | Оформлення розділу: «Охорона праці» | 24.11.2019-12.12.2019р. |  |
| 5. | Підготовка та підбір програмного забезпечення для написання методики | 15.12.2019-27.12.2019р. |  |
| 6. | Написання методики, оформлення експериментальної частини і висновків | 01.01.2020-15.01.2020р. |  |
| 7. | Остаточне оформлення дипломної роботи. Оформлення презентації | 16.01.2020-28.01.2020р. |  |
| 8. | Підготовка виступу для захисту дипломної роботи | 30.01.2020-06.02.2020р. |  |

7. Консультанти з окремих розділів

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Розділ | Консультант (посада, П.І.Б.) | Підпис, дата |
| Завдання видав | Завдання прийняв |
| Охорона праці | Доц. к.т.н. Кажан К. І. |   |  |
| Охорона навколишнього середовища |  |   |  |

8. Дата видачі завдання: “16“ вересня 2019 р.

Керівник дипломної роботи (проекту) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кучеренко В. Л.

 (підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Пасічник М.С.

 (підпис випускника) (П.І.Б.)

**РЕФЕРАТ**

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Оцінювання параметрів рентгенівських систем для прогнозування їх технічного стану»: 84 сторінок, 6 рисунків, 1 таблиць, 26 використаних джерел.

Контроль технічного стану, рентгенівські промені, поточний контроль, методика експлуатації.

Проблема – низький рівень ефективності процесу експлуатації апаратів для рентгенівської діагностики.

Об’єкт дослідження – фонокардіографічні сигнали серцево-судинної системи організму людини.

Предмет дослідження – методи контрою рентгенівського обладнання.

Мета роботи – підвищення рівня ефективності оцінювання параметрів технічного стану рентген апаратів.

**Завдання:**

* Аналіз існуючих методів і засобів оцінювання параметрів технічного стану рентгенівського обладнання.
* Обґрунтування вибору контрольних параметрів рентгенівського обладнання
* Побудова алгоритму оцінювання параметрів технічного стану апарата для подальшого прогнозування

**ЗМІСТ**

[ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ 7](#_Toc31904724)

[ВСТУП 8](#_Toc31904725)

[РОЗДІЛ 1 9](#_Toc31904726)

[АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ 9](#_Toc31904727)

[1.1. Аналіз методів діагностування технічного стану медичної діагностичної апаратури. 9](#_Toc31904728)

[1.2. Характеристика етапів технологічного процесу діагностики апарату для рентгенологічного дослідження 16](#_Toc31904729)

[1.3. Висновок 25](#_Toc31904730)

[РОЗДІЛ 2 26](#_Toc31904731)

[ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНТРОЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ 26](#_Toc31904732)

[2.1. Цифровий рентгенографічний апарат ФЦ-ОКО 26](#_Toc31904733)

[2.2. Структурна схема рентгенографа 28](#_Toc31904734)

[2.3. Електрична принципова схема рентгенографа 31](#_Toc31904735)

[2.4. Прогнозування технічного стану рентгенологічних систем 33](#_Toc31904736)

[2.5. Контрольні параметри для перевірки технічного стану 36](#_Toc31904737)

[2.6. Висновок 39](#_Toc31904738)

[РОЗДІЛ 3 40](#_Toc31904739)

[ПОБУДОВА АЛГОРИТМУ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АПАРАТУ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ПРОГНОЗУВАННЯ 40](#_Toc31904740)

[3.1. Методи забезпечення необхідного рівня діагностики апаратів для оцінювання їх технічного стану 40](#_Toc31904741)

[3.2. Методика оцінювання параметрів рентген апарату 46](#_Toc31904742)

[3.3. Випробувань рентген апарату 48](#_Toc31904743)

[3.4. Артефакти при перевірці зображення 52](#_Toc31904744)

[3.5. Перевірка апарату з допомогою тест-фантом та лабораторним дозиметром 53](#_Toc31904745)

[3.6. Прогнозування роботи рентген апарата 56](#_Toc31904746)

[3.7. Висновок 58](#_Toc31904747)

[РОЗДІЛ 4 59](#_Toc31904748)

[ОХОРОНА ПРАЦІ 59](#_Toc31904749)

[4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів під час роботи цифрового флюорографа 59](#_Toc31904750)

[4.2. Зменшення впливу небезпечних факторів при роботі цифрового флюорографа 61](#_Toc31904751)

[4.3. Розрахунок радіаційного захисту 65](#_Toc31904752)

[4.4. Небезпека вибуху та пожежі при використанні цифрового флюорографа. 67](#_Toc31904753)

[4.5. Висновки 69](#_Toc31904754)

[РОЗДІЛ 5 70](#_Toc31904755)

[ОХОРОНА НАВКОЛИННЬОГО СЕРЕДОВИЩА 70](#_Toc31904756)

[5.1. Аналіз природоохоронних норм 70](#_Toc31904757)

[5.2. Негативний вплив рентгену на навколишнє середовище 72](#_Toc31904758)

[5.3. Заходи зменшення дії факторів, що негативно впливають на навколишнє середовище. 73](#_Toc31904759)

[5.4. Вимоги до розміщення рентгенологічного кабінету 75](#_Toc31904760)

[5.5. Висновок 81](#_Toc31904761)

[ВИСНОВОК 82](#_Toc31904762)

[СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 83](#_Toc31904763)

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

ТПД **–** технологічний процес діагностики

ТС – технічний стан

ТО – технічне обслуговування

АРМ – автоматизоване робоче місце

ЛР – лікар лаборант

ЕОМ – електроно обчислювальний модуль

АЦП - аналого-цифрового перетворювача

ФПЗЗ - фоточувствительного приладу з зарядовим зв'язком

 ПС - пристрою синхронізації

**ВСТУП**

До теперішнього часу при проектуванні рентген апаратури в першу чергу прагнуть забезпечити вимоги їх технічним характеристикам, а питання діагностики і технічного обслуговування апаратури розглядаються як другорядні.

Якщо раніше через простоту апаратури і невеликого числа комплектуючих елементів відмови в пристроях відбувалися значно рідше і відновлення її працездатного стану не уявляло великих труднощів, то тепер картина різко змінилася.

У сучасній рентгенівській апаратурі зростання кількості комплектуючих елементів випереджає зростання їх безвідмовності, що призводить до зменшення середнього часу безвідмовної роботи і збільшення часу вимушеного простою апаратури. Тому доводиться приділяти особливу увагу діагностиці та прогнозуванню як одної з найбільш важливих проблем забезпечення надійності електронної апаратури.

Як відомо, надійність електронної апаратури найбільш повно визначається безвідмовністю і діагностикою. Безвідмовність характеризується закономірностями появи відмов, а діагностика – закономірностями їх попередження та усунення. Діагностика так само, як і безвідмовність, залежить від організації експлуатації та від властивостей апаратури.

Низька діагностика знижує коефіцієнти готовності і використання апаратури, а також призводить до великих витрат на її обслуговування. Іноді витрати на обслуговування апаратури у час експлуатації через низький рівень діагностики в десять разів перевищують її первісну вартість.

Забезпечення високого рівня діагностики апаратури є передбачений комплекс заходів, що проводиться при проектуванні, розробці (на виробництві) та експлуатації апаратури, що забезпечує скорочення тривалості технічного обслуговування та економічних витрат.

**РОЗДІЛ 1**

**АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ**

* 1. **Аналіз методів діагностування технічного стану медичної діагностичної апаратури.**

Під діагностикою розуміють властивість медичної діагностичної апаратури, яка полягає у пристосованості до попередження і виявлення причин виникнення працездатного стану шляхом проведення діагностування.

Зрозуміло, що мова йде про ту медичну діагностичну апаратуру, яка піддається відновленню. Процес відновлення, який полягає у виявленні і усуненні відмови, є випадковим. Як випадкова величина процес характеризується середнім часом відновлення, що складається із часу, який витрачається на виявлення відмови, пошук причин його виникнення та усунення наслідків відмови.

Проведення робіт по забезпеченню діагностики медичної апаратури проводиться шляхом кількісної та якісної оцінки ремонтопридатності медичної діагностичної апаратури на всіх стадіях розробки.

Якісна оцінка рівня діагностики залежить від організації процесу експлуатації і від техніко-економічних характеристик медичної діагностичної апаратури. Низька діагностика апарату для рентгенологічних досліджень знижує коефіцієнти готовності і технічного використання, а також приводить до більших витрат на її обслуговування. Забезпечення діагностики апаратури передбачений комплекс заходів, які впроваджені при проектуванні, розробці (виробництві) і експлуатації апаратури, і які забезпечують скорочення тривалості діагностики, технічного обслуговування і економічних витрат. Діагностика апарату для рентгенологічних досліджень визначається рядом факторів, які можна розділити на чотири основні групи: конструктивні, організаційні, умови експлуатації і матеріально-технічне забезпечення.

Контроль якості діагностованої медичної апаратури здійснюється на основі вимог державних стандартів або інструкцій з експлуатації, які дозволяють:

1. встановити загальні вимоги до відновленого апарату для рентгенологічних досліджень;
2. запровадити єдині норми на параметри відновленої апаратури в залежності від функціонального призначення;
3. забезпечити процес проведення вимірювань параметрів для рентген апарату за єдиною методикою з урахуванням контролю якості робіт та придатності проведення вимірів під час діагностики;
4. встановити єдині терміни гарантії на відновлену апаратуру.

Контроль якості відновленого апарату для рентгенологічних досліджень ведеться відділом технічного контролю та інженерно-технічними працівниками виробничих підприємств. На службу технічного контролю покладаються також обов'язки з обліку скарг з контролю якості послуг населенню та вхідного контролю комплектуючих виробів, елементів та вузлів. Контроль якості робіт з технічного обслуговування здійснюється на всіх етапах як у стаціонарних умовах, так і на місці, у власника медичної діагностичної апаратури.

Для підвищення якості діагностування апарату для рентгенологічних досліджень підприємства оснащуються сучасними засобами вимірювань і контролю, спеціальним технологічним обладнанням і оснащенням. Перевірка якості відновлюваної апаратури виконується на спеціально обладнаних столах з дотриманням правил вимірювань і перевірок, зазначених у нормативно-технічної документації. Право здачі діагностуючого апарату для рентгенологічних досліджень без контролю відділом технічного контролю надається фахівцям у випадку якщо:

1. рівень кваліфікації фахівця гарантує якісне виконання технічного обслуговування;
2. фахівець пред'являє відділом технічного контролю продукцію високої якості та здає її за першим пред'явленням;
3. фахівець не має скарг і претензій від замовників.

Для забезпечення швидкого та якісного обслуговування і перевірки основних засобів вимірів на підприємствах технічного обслуговування та ремонту апарату для рентгенологічних досліджень створена мережа метрологічного забезпечення, яка включає базову організацію з метрології. Базова організація з метрології забезпечує координацію діяльності регіональних служб з метрології, здійснення методичного керівництва ними, розробку технічних завдань на технологічне обладнання, призначене для діагностики нових типів апарату для рентгенологічних досліджень, розробку інструкцій з перевірки нових засобів вимірювань галузевого призначення.

Впровадження автоматизованих систем управління дозволяє на високому рівні вирішувати питання:

1. техніко-економічного планування;
2. оперативного управління виробництвом;
3. матеріально-технічного забезпечення та контролю за використанням матеріальних та інвестиційних ресурсів;
4. обліку та підготовки кадрів (трудових ресурсів).

В процесі експлуатації апарату для рентгенівських досліджень передбачається проведення поточних і відновлюваних робіт. Поточні роботи здійснюється під час поточного технічного обслуговування під час профілактичного обслуговування. Серед методів проведення відновлюваних робіт основними є наступні [1].

Діагностика методом заміни і наступного відновлення вузла, блоку, модуля. Він застосовується для підвищення рівня готовності апаратури. Доцільність застосування зазначеного методу залежить від співвідношення економічних факторів і результатів, що досягаються, тому що вартість запасних елементів внаслідок великого числа дорогих запасних блоків, вузлів може бути значною. Діагностика методом заміни елементів, які не підлягають діагностиці знаходить широке застосування. До таких елементів апарату для рентгенологічних досліджень відносяться не тільки резистори, конденсатори, електронно-обчислювальні прилади і напівпровідникові прилади, але також плати із друкованим монтажем, інтегральні мікросхеми.

Діагностика методом заміни невідновного елемента. До недавнього часу до не відновлювальних елементів електронної апаратури відносили резистори, конденсатори, напівпровідникові прилади. В даний час все більше застосовують такі не відновлювальні елементи як плати з друкованим монтажем, відпресовані модулі і т.д. застосування зазначених елементів дає ряд вигод: менша витрата часу на пошук і заміну відмовленого елементу, можливість використання менш кваліфікованого обслуговуючого персоналу, забезпечення доступності під час діагностики, забезпечення доступності без шкоди для щільності компонування всередині не відновлювального елемента. При бажанні використовувати такий метод діагностики і скоротити витрати на його проведення виникає завдання визначення оптимального розміру (складу) не відновлювального елемента.

Відомо, що заміна модулів економічно вигідніша їх відновлення і надалі очікується більш значне використання діагностики методом заміни невідновних модулів порівняно з методом відновлення. Заміна модулів, що відмовили у поєднанні з вбудованим пристроєм індикації несправностей майже виключає необхідність у висококваліфікованому обслуговуючому персоналі. Модульна конструкція більш оправдана для важкої апаратури.

Діагностика за наявності резервування можна розглядати як різновид ремонту без зняття виконуваних функцій апаратурою. Замість зняття несправного елемента і установки запасного останній встановлюють заздалегідь, а фактичну роботу по усуненню несправностей відкладають до якогось моменту в майбутньому. Таке забезпечення готовності апаратури і відповідний йому метод діагностики потребують великих витрат [2].

Заміна поточного ремонту профілактичним обслуговуванням знаходить активне застосування при експлуатації апаратури для рентгенологічних досліджень. Для оцінки можливостей профілактичного обслуговування необхідно мати дані про профілактичним та непрофілактичним відмовам. Без знання закону розподілу часу безвідмовної роботи елемента (блоку) не можна обґрунтовано приймати рішення на профілактичну його заміну. Імовірність запобігання профілактичних відмов залежить від якості апаратури, вірогідності прогнозування відмов, періодичності профілактичних робіт, часу їх проведення і кваліфікацій обслуговуючого персоналу. Хоча профілактичне обслуговування і не може повністю замінити поточний діагностику, однак, воно може забезпечити продовження міждіагностичних строків. При аналітичному розрахунку найпростішого потоку відмов умовну ймовірність відмови елемента i-ої групи можна представити у вигляді

(1)

 де – інтенсивність відмов елементів i-й групи; m – число груп елементів в апаратурі. Якщо позначити активний час ремонту апаратури при відмові елемента i-ої групи через , то середній час ремонту апаратури визначиться як математичне очікування:

(2)

 На стадії проектування для орієнтовного розрахунку використовують дані про середні значення часу , які отримані при експлуатації аналогічної апаратури. Середня оперативна тривалість діагностики складається із часу пошуку t0 несправного елемента, середнього часу t3 заміни елемента, середнього часу перевірки tпр справності апаратури після заміни елемента, що відмовив. Таким чином,

+(3)

Процес вибору методу розрахунку часу діагностики, з урахуванням заданих вимог по точності і вірогідності, залежить від закону розподілу часу діагностики. При цьому, середня тривалість діагностики може бути представлена:

(4)

де – час діагностики апаратури при i-м відмові;  – число відмов апаратури за обраний відрізок часу. При цьому

(5)

де – середній час роботи при виконанні j-ої операції при i-му діагностики; – число операцій при виконанні i-го діагностики.

При експоненціальному розподілі часу діагностики нижню і верхню границі середнього часу діагностики знаходять із рівнянь

Якщо час діагностики, як випадкова величина, підлягає закону Ерланга, то розподіл щільності ймовірності статистичної оцінки для невідомого середнього часу діагностики має вигляд

(6)

По формулі розраховується ймовірність попадання величини в задані межі, тобто розраховується довірча ймовірність. Для різних значень довірчої ймовірності і числа дослідів *n* розраховані коефіцієнти і , які табульовані.

Основними методами кількісної оцінки діагностуючого апарату для рентгенологічих досліджень є:

1. метод використовування залежностей;
2. поопераційний метод.

Метод використовування залежностей використовує дослідження та аналіз залежностей показників діагностики від конструктивних характеристик показників, що назначені та інших властивостей з цілю прогнозування значень показників діагностики при розробці нових апаратів для рентгенівської діагностики.

Поопераційний метод базується на обліку та аналізу кожної можливої операції технічного обслуговування з точки зору необхідності, періодичності виконання та технологічності рентген приладів з одночасною оцінкою затрат часу, роботи та коштів на їх виконання.

Для реалізації цього методу в процесі розробки апарату для рентгенологічної діагностики треба:

1. виявлення та облік номенклатури та періодичності виконання операцій діагностики по кожній деталі, збірній одиниці, системі, в тому числі і по покупному виробу;
2. визначення найбільш раціонального порядку та способу виконання операцій діагностики, їх комплексу, що проводять одночасно, кожного виду діагностики;
3. забезпечення технологічності апарату для рентгенівських досліджень при діагностиці;
4. передчасна оцінка тривалості, трудомісткості та вартості для кожної операції діагностики, їх комплексу, що проводиться одночасно, кожного виду діагностики по кожній деталі та збірної одиниці, системі, виробу, що купили та рентген апарату в загалом;
5. зіставлення експлуатаційної та ремонтної документації – в залежності з ДСТУ 2.601 – 2006.
6. передчасне визначення номенклатури та кількості запасних деталей, матеріалів інструменту та технологічного обладнання для проведення операцій діагностики апарату для рентгенологічної діагностики з обліком режимів та умов їх експлуатації.

Для оцінки тривалості, трудомісткості та вартості операцій діагностики в процесі розробки апарату для рентгенологічної діагностики також можуть бути використані такі методи:

1. аналітично-досліджувальні, що базуються на хронометражних даних проведення цих операцій на аналогах, прототипах, макетах або на типових нормативах часу мікроелементних просуваннях людини при виконаннях будь яких трудових операцій;
2. досвідницько-статистичні (експертні).

Оцінка оперативної вартості операцій діагностики в процесі експлуатації в процесі розробки апарату для рентгенологічних досліджень проводиться згідно нормативно-технічної документації.

Для кількісної оцінки ремонтопридатності застосовується два показники:

1. середня тривалість діагностики;
2. середня тривалість технічного обслуговування

Середня тривалість діагностики є математичне очікування часу відновлення працездатного стану:

(7)

де – час діагностики і-го об'єкта; – щільність розподілу випадкової величини часу діагностики.

За статистичним даними в процесі експлуатації визначають значення

(8)

 де n – кількість відмов за час t.

Величина, зворотна середньої тривалості поточного відновлення називається інтенсивністю відновлення і характеризується кількістю діагностик, виконаних в одиницю часу.

* 1. **Характеристика етапів технологічного процесу діагностики апарату для рентгенологічного дослідження**

Базовими складовими в системі експлуатації апарату для рентген діагностики є технологічні процеси обслуговування, які і визначають рівень ефективності і рентабельності підприємства з обслуговування рентген діагностики. Ефективність технологічних процесів діагностики, насамперед, залежить від ступеня якісного виконання робіт з діагностики. Як показує досвід експлуатації, на такий показник, як якість виконання робіт, у технологічних процесах діагностики впливає множина факторів, що має у загальному вигляді випадковий характер.

Для технологічних процесів діагностики апарату для рентген діагностики визначення кількісних показників зазначених факторів вирішується за допомогою розроблення техніко-економічної моделі підприємства. Застосування того чи іншого методу моделювання визначається особливостями та специфікою досліджуваного об’єкту, а також ступенем складності дослідницьких завдань. Враховуючи складний імовірнісний характер процесів, що відбуваються в технологічних процесах діагностики, можна припустити, що для моделювання найбільш коректним буде використання імовірнісних методів та засобів. Одним із таких методів є метод регресійного аналізу. Метою регресійного аналізу для технологічних процесів діагностики є дослідження імовірного впливу множини факторів на величину деякого критерію, прийнятого для оцінки рівня якості виконаних робіт з діагностики. В результаті аналізу визначається необхідна і достатня сукупність факторів, кількісна міра яких визначає значення відгуку – критерію оцінки рівня якості *К*.

Враховуючи складність діагностичних робіт, які необхідно здійснювати в процесі експлуатації апарату для рентген діагностики, необхідно чітко відокремити ті роботи, які здійснюються в процесі обслуговування, і ті роботи, які реалізуються в процесі ремонту. Таким чином, технологічний процес обслуговування вміщує роботи, які здійснюються при мілкому та середньому ремонті, а технологічний процес ремонту містить роботи, які можуть бути реалізовані як при середньому ремонті, так і при капітальному ремонті.

Технологічний процес діагностики (ТПД) структурно складає основу діагностуючого відділу підприємства і визначає його рівень рентабельності.

Охарактеризуємо основні етапи технологічного процесу діагностики апарату для стоматологічної рентгенівської діагностики.

Етап 1. Прийом виробів – проводиться аналіз паспортних даних виробів і визначається форма діагностичних робіт залежно від наробітку. Апаратура проходить зовнішній огляд на предмет наявності механічних пошкоджень, ржавчини та інших зовнішніх проявів.

Етап 2. Вхідний контроль являє собою перевірка загальної працездатності і відповідності параметрів виробу нормам технічних вимог. Встановлюється факт працездатності виробу. Формується обсяг діагностичних робіт.

Оскільки на даному етапі ТПД встановлюється факт працездатності (не працездатності) виробу, то ефективність визначення причин, які привели до непрацездатного стану, залежить від вірогідності характеристик контроле-діагностуючої апаратури, що застосовується, а також від досвіду і рівня кваліфікації виконавця. На етапі вхідного контролю визначається черговість надходження виробів у цикл ТПД. Дотримується наступний порядок надходження: планова продукція; рекламаційна продукція, що не відробила гарантійний ресурс діагностичного відділу підприємства із причин відмови; залишок іногородньої продукції. Реалізація технології вхідного контролю здійснюється на основі впровадження засобів автоматизації. В банки даних заносяться техніко-економічні показники етапу вхідий контроль.

Етап 3. Діагностика відновлюваних або заміна не відновлюваних елементів виробу відповідно до встановленого обсягу діагностичних робіт та зборка виробу відповідно до встановленої технології функціонування. На етапах діагностики та зборки здійснюється відновлення біомедичної апаратури, що забезпечує отримання встановленого рівня експлуатаційної надійності. Діагностика відновлюваних і заміна невідновлюваних елементів з наступною зборкою виробу виконується відповідно до визначеного на попередніх етапах обсягу діагностичних робіт, які, у свою чергу, визначають витрати запасних елементів виробів і матеріалів.

Етап 4. Настроювання та регулювання виробів відповідно до режимів функціонування за встановленою нормативною документацією. Етап настроювання та регулювання являється особливо важливим етапом, який суттєво впливає на якість технологічного процесу діагностики. Даний етап містить у собі роботи з регулювання й настроювання параметрів окремих елементів і комплексне настроювання всіх виробів. Реалізація технологій на зазгаченому етапі базується на широкому впровадженні засобів автоматизації.

Етап 5. Випробування в активному режимі під струмом та напругою.

Етап 6. Вихідний контроль виконує комплексну перевірку параметрів виробу на відповідність нормам технічної придатності в умовах експлуатації.

На етапі вихідного контролю проводяться перевірки відповідності якості проведених діагностичних робіт вимогам норм технічної придатності.

Етап 7. Представлення виробу [3].

Під час здійснення ремонту рентген апарату розрізняють чотири етапи:

1. встановлення наявності несправності;
2. встановлення характеру відмови і відшукання несправного елемента;
3. усунення несправності;
4. перевірка апаратури після діагностики.

Контролепридатність на кожному етапі діагностики забезпечується такими факторами:

1. на етапі встановлення факту несправності – наявністю системи контролю працездатності, можливість швидкого автоматичного або візуального виявлення несправності;
2. на етапі пошуку несправності – наявністю контрольних точок, маркування всіх контрольних точок, системою автоматичного контролю, наявністю функціональних, принципових схем та інструкцій з відшукання несправностей, забезпечення контрольно-вимірювальною апаратурою, кваліфікацією обслуговуючого персоналу;
3. на етапі усунення несправності – швидким доступом до всіх блоків, маркуванням кожного елемента, блока, позначенням регулювань, наявністю запасних елементів, приладів, інструментів, умовами праці обслуговуючого персоналу;
4. на етапі перевірки медичної апаратури – наявністю контрольно-вимірювальної апаратури, інструкцій з регулювання і перевірки апаратури із зазначенням контрольованих параметрів і припусків на них, кваліфікацією обслуговуючого персоналу.

Наведемо деякі визначення для характеристик технологічних процесів. Виробничим процесом називають сукупність дій, пов'язаних із прогнозуванням, науково-технічними і конструкторськими розробками, проектуванням, транспортуванням і зберіганням сировини; виготовленням проміжної і готової продукції, її випробуванням; обліком і зберіганням; діагностичого устаткування. Складовою частиною виробничого процесу є технологічний процес. Технологічним процесом називають послідовний набір операцій, у ході кожної з яких із сировини одержують проміжну або готову продукцію. Найважливіші показники, які характеризують техніко-економічну ефективність технологічного процесу:

1. питома витрата сировини і енергії на одиницю продукції;
2. вихід (кількість) і якість продукції (виробів);
3. рівень продуктивності роботи;
4. інтенсивність процесу діагностики;
5. витрати на проведення діагностичних робіт та собівартість продукції.

Технологічною операцією називають закінчену частину технологічного процесу, що виконують на одному робочому місці один або кілька працівників над одним або декількома об'єктами, які одночасно обробляються. Зазначену складну динамічну систему називають технологічною системою. Як і будь-яка інша складна система, технологічна система характеризується наступними ознаками:

1. можливістю розбивки системи на безліч підсистем;
2. наявність розгалуженої інформаційної мережі складних інформаційних зв'язків між елементами і підсистемами;
3. наявністю взаємодії системи із зовнішнім середовищем;
4. функціонування в умовах впливу випадкових факторів.
5. Завданнями технологічних систем :
6. підвищення продуктивності роботи та якості виробів, які виготовляють;
7. економія матеріальних, інвестиційних і трудових ресурсів;
8. зниження собівартості продукції;
9. поліпшення умов роботи і культури виробництва.

Враховуючи вищенаведене, під технічним обслуговуванням (ТО) будемо розуміти комплекс робіт, призначених для підтримки як справного, так і працездатного технічного стану (ТС) об'єкта при його підготовці і використанні за призначенням, при зберіганні і транспортуванні. Загальна структура технологічного процесу обслуговування представлена на рис. 1. Процес технічного обслуговування апарату для рентгенівської діагностики містить у собі наступні заходи:

1. оцінка ТС матеріальних та інвестиційних ресурсів;
2. профілактичне обслуговування (попередження відмов);
3. постачання (своєчасна доставка матеріальних ресурсів);
4. збір і обробка статистичних даних щодо визначення експлуатаційних характеристик.

Оцінка ТС, яка складається із контролю працездатності, діагностування і прогнозування, проводиться для порівняння значень параметрів контролю конкретної апаратури з їх номінальними значеннями з урахуванням допусків. Основною складовою технічного обслуговування в процесі відновлення є профілактичне обслуговування, що виконується, як правило, у плановому порядку для підтримки апаратури в справному (працездатному) стані. Профілактичне обслуговування, на виконання якого встановлені строки і час проведення, називають регламентними роботами. Постачання передбачає одержання матеріальних ресурсів для проведення профілактичного обслуговування.

Збір, обробка і зберігання результатів експлуатації здійснюється і використовуються для кількісної оцінки експлуатаційно-технічних показників апарату для рентгенівської діагностики за певний період експлуатації.

Профілактичні роботи передбачають: зовнішній огляд і чищення апаратури; контрольно-регулювальні роботи; прогнозування відмов; сезонні, мастильні і кріпильні роботи; технічні огляди; технічні перевірки.

Зовнішній огляд апаратури виконують для виявлення зовнішніх ознак можливих несправностей, перевірки правильності установки блоків керування, перевірки стану елементів і монтажу. Чищення апаратури передбачає видалення з її пилу, вологи, корозії [4].



Рис. 1. Структура формування технологічних процесів обслуговування і діагностики апарату

Найбільш трудомісткою частиною профілактичного обслуговування є контрольно-регулювальні роботи і тісно пов'язані з ними роботи із прогнозування відмов. Контрольні роботи включають контроль значень параметрів апарату щодо аналізу встановлених допусків. Регулювальні роботи проводяться для відновлення втрачених апаратурою властивостей або працездатності. Для рентген апарату на цьому етапі проводять роботи з налагодження режимів функціонування. Прогнозування відмов ґрунтується на припущенні, що виникненню відмов передує поступова зміна параметрів об’єкта або елементів. Прогнозування здійснюється для поступових відмов з метою своєчасної заміни (ремонту, регулювання) відповідних елементів, блоків. Після відпрацювання певного періоду часу здійснюють контрольно-регулювальні роботи. Для систематичного контролю за технічним станом апаратури проводять технічні огляди і технічні перевірки апаратури. Технічні огляди здійснюють з метою перевірки правильності функціонування апаратури, перевірки працездатності, правильності ведення технічної і обліково-звітної документації, а також укомплектованості матеріальними ресурсами. Технічні перевірки проводяться для визначення технічного стану, працездатності і готовності апаратури. Вони передбачають технічний огляд, перевірку своєчасності проведення регламентних робіт, діагностики і знання обслуговуючим персоналом апаратури та правил її експлуатації.

В процесі відновлення апарату профілактичне обслуговування, як правило, включає три етапи:

* 1. профілактичні роботи виконуються на знеструмленій апаратурі з метою зовнішнього огляду, а також при чищенні апаратури і передбачають огляд стану монтажу, пайок, кріплень;
	2. профілактичні роботи під струмом передбачають перевірку вузлів і блоків з метою установки режимів роботи апаратури, перевірку працездатності елементів і пристроїв, регулювання і підстроювання параметрів окремих елементів і пристроїв;
	3. профілактичний контроль функціонування апарату для ультразвукової діагностики передбачає контроль працездатності об'єкта в нормальних і спеціальних режимах, а також комплексне налагодження і перевірку основних параметрів апаратури в цілому.

На кожному етапі технологічного процесу обслуговування проводяться операції з підтримки матеріальних ресурсів в справному або працездатному стані. При цьому, профілактичні (регламентні) роботи відрізняються одна від одної обсягом робіт з обслуговування, тобто таким обсягом робіт, які передбачені для даного виду регламентних робіт. При визначенні обсягу і періодичності проведення регламентних робіт необхідно враховувати дві суперечливі вимоги: з одного боку, профілактичні роботи підвищують експлуатаційну надійність, а з іншого боку – ведуть до простою апаратури і зниженню коефіцієнта готовності, що збільшує економічні витрати. Тому, при організації процесу проведення профілактичних робіт необхідно виконувати наступні вимоги:

* 1. забезпечити контроль параметрів, які визначають рівень надійності апаратури;
	2. передбачити мінімальну вартість профілактичних робіт і час їх виконання;
	3. організувати проведення профілактичних робіт ефективними методами.

Обсяг і періодичність виконання профілактичних робіт регламентуються спеціальними інструкціями по експлуатації конкретної апаратури. Періодичність регламентних робіт призначають виходячи із часу роботи апаратури або календарного строку експлуатації. При тимчасовому принципі експлуатації періодичність виконання регламентних робіт визначається часом наробітку апаратури. При календарному принципі експлуатації регламентні роботи проводять через певний календарний строк незалежно від того, скільки часу використовувалася по призначенню апаратура протягом цього строку. Календарний принцип є основним для УЗД апарату, тому що він заздалегідь дозволяє планувати регламентні роботи. При цьому, вони можуть бути щоденними (декадними), місячними, квартальними, піврічними та річними. Кожний наступний вид з перерахованих регламентних робіт має свій відповідно більший обсяг робіт, чим попередній, і, як правило, включає весь обсяг робіт попереднього виду.

При плануванні профілактичних заходів необхідно враховувати засоби використання апаратури, які можна розділити на три групи: апаратура разової дії, постійно працююча апаратура та резервна апаратура. Апаратура разової дії використовується по своєму призначенню тільки один раз в певний період експлуатації, наприклад, дефібрилятор. Для такої апаратури характерні наступні режими роботи: зберігання, підготовка до використання по призначенню, використання по призначенню. При цьому для підтримки апаратури в справному стані в процесі зберігання і при підготовці до використання проводять всі види профілактичного обслуговування. Якщо при виконанні профілактичних робіт виявляються відмови, то їх відновлюють ремонтом або заміною. Постійно працююча апаратура використовується по своєму цільовому призначенню ча стину доби або добу і більше, якщо в ній немає відмов. До такої апаратури відносяться апарат для рентген діагностики, електрокардіограф, електроенцефалограф та інші складні системи медичної апаратури.

Резервна апаратура використовується по своєму призначенню нетривалий час, причому час подачі заявки на використання її є випадковим.

Аналіз виробничої діяльності центрів технічного обслуговування, а також процесів використання матеріальних та інвестиційних ресурсів показує, що підвищення якості технічного обслуговування значною мірою може бути досягнуто шляхом:

1. оптимального узгодження продуктивності підприємств з потоками заявок на ремонт матеріальних та інвестиційних ресурсів;
2. підвищення рівня контролепридатності апарату в процесі її розробки та виготовлення;
3. підвищення якості технологій технічного обслуговування і діагностики апарату.
	1. **Висновок**

У даному розділі дипломної роботи було проведено аналіз видів рентгенівської діагностики, а також аналіз існуючих методів і засобів діагностування технічного стану рентгенівського обладнання.

**РОЗДІЛ 2**

**ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНТРОЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕНТГЕНІВСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ**

* 1. **Цифровий рентгенографічний апарат ФЦ-ОКО**

****

Рис. 2. Зображення рентгенографічного апарату ФЦ-ОКО

Апарат для проведення диференціальної діагностики захворювань органів грудної клітини.

Дослідження органів грудної клітини за допомогою рентгена займає провідне місце серед інших способів розпізнавання і диференціальної діагностики різних захворювань органів дихання.

Виробник «Електрон» пропонує фахівцям лінійку апаратів для дослідження органів грудної клітини - як для скринінгу, так і для диференціальної діагностики.

Апарат ФЦ-ОКО - це:

- сучасне обладнання діагностичного класу,

- швидке отримання рентгенівських знімків з можливістю їх обробки, зберігання і запису,

- зручність і безпеку дослідження, зниження дозового навантаження на пацієнта,

- можливість швидкої видачі знімка і опису на руки пацієнту,

- можливість підключення апарату в загальноклінічні мережу.

Переваги:

* Максимальний розмір робочого поля цифрового приймача.
* Бескабінний штатив.
* Велика фокусна відстань для проведення діагностичних досліджень органів грудної клітини на високому рівні.
* Широкий діапазон вертикального переміщення приймача і випромінювача для дослідження пацієнта в положеннях сидячи і стоячи.
* Легкість керування штативом за допомогою пульта.
* Швидке, зручне позиціонування пацієнта.
* Стаціонарна захист щитовидної залози і гонад.
* Знімна ручка для зручності дослідження пацієнта в бічній проекції.

Апарат має ідеальне фокусна відстань для проведення діагностичних досліджень органів грудної клітини і за своїми характеристиками рекомендується для спеціалізованих медичних організацій, в першу чергу для фтизіатрії, пульмонології, онкології, торакальної хірургії.

Велика фокусна відстань забезпечує зображення без спотворень.

Висока роздільна здатність для апаратів даного класу дає можливість отримати зображення діагностичної якості.

Розмір робочого поля дозволяє отримувати повноцінний знімок, що включає зображення верхівок і нижніх бічних відділів легень; обстежувати пацієнтів з великої грудною кліткою.

Дослідження здійснюються в прямих і бічних проекціях в положенні пацієнта стоячи або сидячи.

Технічні характеристики:

- потужність пристрою живлення - 70 кВт

- висока роздільна здатність - 3,5 пл / мм

- розмір робочого поля - 400х400 мм

- фокусна відстань - 1500 мм

- два Автоматизованих робочих місця - АРМ лікаря і АРМ лаборанта

- підтримка міжнародного стандарту DICOM.

* 1. **Структурна схема рентгенографа**

Структурна схема рентгенографа наведена на рис. 3. До складу приладу входять наступні функціональні блоки:



Рис. 3. Структурна схема рентгенографа.

1. високовольтний блок;
2. джерело високої напруги;
3. високовольтний датчик;
4. струмообмежувальні резистори;
5. швидкодіючий керований комутатор;
6. накопичувальний конденсатор;
7. дросель;
8. випромінювач;
9. високовольтні діоди;
10. позиційно-чутливий детектор;
11. пристрій снхронізації;
12. аналого-цифровий перетворювач;
13. блок управління;
14. інтерфейс;
15. вищитувальна машина;
16. об’єкт.

Спосіб рентген діагностики включає опромінення рентгенівськими променями досліджуваного об'єкта імпульсами наносекундной тривалості, реєстрацію минулого випромінювання на приймачі електронно-оптичного перетворювача і запис його на носії інформації, що відрізняється тим, що опромінення здійснюють протягом 20-50 нс при потужності експозиційної дози в площині приймача (1 -5) 105 Р/с. Для його здійснення використовується імпульсний рентгенівський діагностичний апарат, який містить високовольтний блок, накопичувальний конденсатор, дросель, швидкодіючий комутуючі пристрій, рентгенівську трубку, пов'язану анодом з високовольтним блоком, блок обробки зображення з позиційно-чутливим елементом, з'єднаний з ЕОМ, і блок управління, при цьому між першим виходом високовольтного блоку і анодом рентгенівської трубки додатково встановлені послідовно з'єднані накопичувальний конденсатор і дросель, швидкодіючий комутуючі пристрій приєднано входом до першого виходу високовольтного блоку, а виходом - до першого входу блоку управління, який другим входом з'єднаний з високовольтним блоком, третіми - з блоком обробки зображення, а четвертими - з ЕОМ, при цьому до анода підключений заземлений напівпровідниковий розмикач, виконаний на основі високовольтних діодів з робочою частотою понад 20 кГц. Індуктивність дроселя обрана в межах 6-21 мГн, а ємність накопичувального конденсатора 900-2000 пФ. Крім того, позиційно-чутливий детектор може бути виконаний на основі матричної фоточутливої ​​системи, а високовольтний блок містить струмообмежуючі резистор і високовольтний датчик, з'єднані з джерелом високої напруги. 2 с. і 4 з. п. ф-ли, 1 мул.

Останнім часом доведено, що навіть при впливі низьких доз радіоактивного випромінювання (1 мГр і менш) в клітинах організму людини, які зазнали опромінення, відбуваються цитологічні зміни. Тому необхідно стежити за тим, щоб рентгенологічні дослідження проводилися в щадному режимі при захисті життєво важливих органів і тканин.

Сучасні діагностичні рентгенівські апарати дозволяють здійснити способи діагностики, засновані на отриманні короткочасної (тривалістю кілька наносекунд) спалаху інтенсивного рентгенівського випромінювання під впливом імпульсу високої напруги, що підводиться до рентгенівської трубки в момент розряду конденсатора. У сучасних імпульсних апаратах зазвичай застосовують трубки з холодним катодом, які працюють або в режимі автоелектронної емісії, або в так званому режимі плазмового розряду. Зарядка накопичувального конденсатора здійснюється від мережі змінного струму або від портативних джерел струму за допомогою перетворювача і підвищує зарядного трансформатора. У момент замикання високовольтного вимикача електрична енергія, накопичена в конденсаторі, підводиться до рентгенівської трубки.

Використання наносекундних імпульсів струму високої напруги для харчування рентгенівської трубки дозволяє різко зменшити всі ізоляційні проміжки високовольтного блоку і розміри самої трубки, а отже габарити і масу всього апарату.

Однак результати рентгенографічного дослідження також можуть бути незадовільними, оскільки дослідження триває 0,3-5,0 с і картинка, яку зафіксує фотоматеріал, може не дати необхідної інформації. Ця обставина в значній мірі пов'язано з тим, що використовуються в такому разі влаштування генерують рентгенівське випромінювання з великою нестабільністю інтенсивності, що веде до спотворення інформації. Крім того, як правило, електрична схема рентгенівського апарату заснована на використанні високовольтного імпульсного трансформатора і розрядника обострітеля, робота яких не забезпечує необхідної стабільності випромінювання.

Відомий імпульсний рентгенівський апарат, який містить блок живлення, накопичувальну ємність і імпульсну рентгенівську трубку. Накопичувальна ємність підключена паралельно блоку живлення і через комутатор пов'язана з імпульсним високовольтним трансформатором, високовольтна обмотка якого підключена до ударної ємності. Пристрій містить блок діагностики високовольтних електричних ланцюгів [5].

Введення в пристрій блоку діагностики підвищує його надійність, але не усуває тих недоліків, які були зазначені вище. До числа основних недоліків, які призводять до спотворення інформації при рентгенодіагностичному дослідженні, відноситься генерація нестабільних за інтенсивністю рентгенівських імпульсів. Це пояснюється наявністю в схемі електронного комутатора або, інакше, розрядника обострітеля, робота якого відрізняється нестабільністю.

* 1. **Електрична принципова схема рентгенографа**

За командою керуючої програми через інтерфейс 14 на блок управління 13 надходить сигнал дозволу. За цим сигналом блок управління 13 запускає первинне джерело високої напруги 2, який через струмообмежуючі резистор 4 починає заряджати конденсатор 6, напруга на якому контролюється високовольтним датчиком 3. Після досягнення заданого значення напруги датчик 3 через інтерфейс 14 видає сигнал готовності в керуючу програму, а також переводить первинне джерело високої напруги 2 в режим стабілізації напруги. Після отримання сигналу готовності первинного джерела високої напруги 2 керуюча програма через інтерфейс 14 розріджує циклічну роботу пристрою синхронізації (ПС) матричного фоточувствительного приладу з зарядовим зв'язком (ФПЗЗ) 11, яке посилає в блок управління 13 сигнали, відповідні тимчасових інтервалах синхросигналов ФПЗЗ. За сигналом готовності первинного джерела високої напруги 2 керуюча програма через інтерфейс 14 дозволяє роботу аналого-цифрового перетворювача (АЦП) 12. Цифровий код, відповідний аналоговому вихідному сигналу ФПЗЗ, через інтерфейс 14 надходить в керуючу програму. Після виконання описаних вище дій апарат готовий до рентгенографічного дослідження.

Отримавши від оператора ПЕОМ команду на проведення дослідження, керуюча програма через інтерфейс 14 видає на блок управління 13 команду запуску і переводить ПЕОМ 15 в режим запису цифрового коду в запам'ятовуючий (ЗУ) пристрій ПЕОМ 15. Отримавши команду запуску, блок управління 13 синхронно з найближчим синхросигналом ФПЗС, відповідним зупинці вихідного регістра ФПЗЗ, формує імпульс управління швидкодіючим комутатором 5, який замикає ланцюг коливального контуру, викликаючи розряд конденсатора 6 через дросель 7 та напівпровідниковий розмикач 9. У момент, відповідний максимуму струму, напівпровідниковий розмикач 9 розриває ланцюг. При цьому за рахунок самоіндукції дроселя 7 формується високовольтний імпульс напруги з амплітудою 65 кВ і тривалістю близько 60 нс, який викликає в імпульсної рентгенівської трубці 8 генерацію рентгенівського випромінювання тривалістю близько 40 нс і потужністю близько 10 Р / с на зрізі рентгенівської трубки 8 і дозою в площині ФПЗС менше 10 мР. Рентгенівське випромінювання, пройшовши через досліджуваний об'єкт 16 і ослабляючись відповідно структурі об'єкта 16, потрапляє на ФПЗЗ. Зображення об'єкта 16, сформований на ФПЗЗ, перетворять в аналоговий електричний сигнал, амплітуда якого пропорційна інтенсивності рентгенівського випромінювання. Цифровий код, відповідний аналоговому сигналу ФПЗЗ, з виходу АЦП 12 через інтерфейс 14 надходить в керуючу програму і його записує ЗУ ПЕОМ 15. Після закінчення зчитування зображення керуюча програма скасовує режим запису цифрового коду в ЗП ПЕОМ 15, видає повідомлення оператору про успішне завершення етапу дослідження , переносить отриману цифрову інформацію на ЗП на зовнішніх носіях, що входять до складу ПЕОМ 15, і по команді оператора ПЕОМ або проводять підготовку до наступного дослідження, або на екрані дисплея відображається рентгенограма, або вона виводиться на принтер.

Таким чином, використання запропонованого способу діагностики та пристрої для здійснення цього способу дозволяє перевести рентгенографію в число безпаперових технологій, дає можливість включити цей вид досліджень в сферу інформаційних баз даних та інформаційних мереж.

* 1. **Прогнозування технічного стану рентгенологічних систем**

Фізичні основи прогнозування технічного стану. Фізико-хімічні процеси зміни властивостей і розмірів деталей і вузлів підпорядковуються певним законам, і їхній технічний стан можна прогнозувати з певним ступенем точності. Прогнозування технічного стану обладнання, тобто процес передбачення зміни параметрів у майбутньому, є досить важким технічним завданням. За умовами технології виробництва деталі й вузли рухомого складу, як і інших технічних пристроїв, виготовляють із певними допусками в розмірах, хімічній і структурній властивостях матеріалів. Це також впливає на інтенсивність зношування або старіння деталей і вузлів. Крім цього, на інтенсивність зношування деталей і вузлів обладнання істотно впливає організація та періодичність технічного обслуговування й поточного ремонту. Якщо технічне обслуговування та ремонти здійснюють нерегулярно або їх зовсім не проводять, то швидкість зноування вузлів і деталей значно збільшується і зношування швидко досягають своїх граничних значень. У наслідок цього всі перелічені вище фактори впливають на імовірність прогнозування роботи обладнання [6].

 Існуючі методи прогнозування не дають можливості передбачати раптові відмови, які характеризуються стрибкоподібною зміною параметрів стану деталі або вузла обладнання до граничного значення.

Прогнозувати з певним ступенем точності можна поступові відмови, які характеризуються поступовою зміною параметрів технічного стану й зумовлені зношуванням або старінням матеріалу деталей або вузлів обладнання. Процеси зношування й старіння деталей і вузлів переважно містять детермінований (визначальний) і випадковий складники, кожен із яких може мати переважальний вплив для кожного конкретного випадку, що відбивається на характері процесів зношування або старіння.

 Головним завданням прогнозування є визначення залишкового ресурсу елементів систем і агрегатів рухомого складу. Завданнями прогнозування під час експлуатації обладнання є скорочення трудоємкості й вартості робіт при поточних ремонтах, бо їх проводять тільки за необхідності, тобто у разі повного вичерпання ресурсів деталей і вузлів; визначення строків регулювальних і ремонтних робіт, у разі повного виробітку ресурсу – строків заміни обладнання; визначення потрібної кількості запасних частин; скорочення строків перебування обладнання в ремонті, бо будуть відомі елементи й вузли, які підлягають ремонту або заміні; встановлення строків (періодичності) проведення діагностування; перевірка якості виконання регулювальних і ремонтних робіт. Під ресурсом розуміють напрацювання об’єкта від початку експлуатації або її поновлення після ремонту до настання граничного стану, коли подальша експлуатація повинна бути припинена, ураховуючи вимоги техніки безпеки або економічні міркування.

У техніці найчастіше для визначення ресурсу користуються такими термінами, як доремонтний, міжремонтний, залишковий і використаний ресурс. Доремонтний ресурс характеризується напрацюванням нового обладнання від початку експлуатації до першого ремонту, а міжремонтний – напрацюванням між ремонтами. Під час прогнозування зазвичай визначається залишковий ресурс, тобто напрацювання обладнання від моменту діагностування (контролю) до граничного стану, обумовленого технічною документацією. Використаний ресурс характеризується напрацюванням обладнання після виготовлення або ремонту до моменту діагностування (контролю).

Для орієнтовного порівняння технічного стану елементів діагностованої машини або апарата, які характеризуються різними діагностичними параметрами, можна користуватися поняттям коефіцієнта технічного ресурсу, за допомогою якого оцінюють залишковий ресурс деталі, спряження або вузла. Для параметрів, абсолютні значення яких збільшуються під час експлуатації обладнання, коефіцієнт технічного ресурсу визначають за формулою: Кр=(Пг – Пв)/(Пг – Пн), (3.1) де Пг – граничне значення параметра; Пн – номінальне значення параметра; Пв – вимірне значення параметра. Якщо під час експлуатації значення параметра зменшується, то коефіцієнт залишкового ресурсу визначається виразом: Кр=(Пв – Пг)/(Пн – Пг). (3.2) Для нового елемента вузла або машини Кр = 1, а при повному вичерпанні ресурсу Кр = 0. Відмова або загроза відмови зазвичай настає з вини однієї-двох деталей або вузла, що зумовлено нерівноміцністю та з різною зносостійкістю деталей або вузлів обладнання.

Конструкцією обладнання зазвичай передбачається нескладна заміна частини деталей, які швидко зношуються (щіток електричних машин). Після заміни або ремонту деталей, які вичерпали ресурс роботи, машина знову стає працездатною та отримує певний запас часу роботи до наступної загрози втрати працездатності. Головні способи вирішення завдань прогнозування.

Розрізняють такі головні шляхи отримання результатів прогнозу, що об’єднують групи методів прогнозування: коли результат прогнозу визначається в одній розмірності з контрольованими параметрами, тобто метою прогнозування зміни технічного стану об’єкта є отримання значення контрольованого параметра, що характеризує пребіг процесу в часі; результат прогнозу визначається імовірністю виходу або не виходу характеристик контрольованих параметрів за певні межі; унаслідок прогнозу контрольований об’єкт зараховують до того або іншого класу технічного стану, який встановлюють наперед за критерієм працездатності або довговічності. Відповідно є три методи прогнозування: аналітичний, імовірнісний і статистиної класифікації.

Метод аналітичного прогнозування застосовують для завдань, коли зміна контрольованого параметра інерційна в часі й всі зміни поступово накопичуються. Тоді завданням прогнозування є визначення за відомими значеннями функції контрольованого параметра П(t) у минулому та теперішньому величини функції в майбутньому, а також визначення моменту часу, коли параметр досягне свого допустимого значення Пд.

Метод імовірнісного прогнозування застосовують для завдань, коли необхідно визначити імовірність виходу або не виходу контрольованого діагностичного параметра П за встановлені межі.

Під час вирішення завдань прогнозування методами статистичної класифікації (розпізнавання образів) відомі значення параметра в певні моменти часу зараховують до одного з класів, тобто до своєрідного еталону (образу), а потім, ураховуючи закономірності зміни параметрів певного класу, вирішують, як буде змінюватися певний параметр у майбутньому. При цьому розподіл значень параметрів на класи може бути часовим (за часом або напрацюванням) або параметричним (за величинами контрольованих параметрів) [7].

* 1. **Контрольні параметри для перевірки технічного стану**

Порядок проведення контролю технічного стану рентгенівського обладнання визначається, з одного боку, інструкцією з його експлуатації, а з іншого, - державними нормативними документами. Як правило, вони визначають перелік параметрів, які необхідно контролювати, та періодичність перевірок. У Росії такими документами є державні стандарти, у Швеції – регулюючі акти державного управління радіаційної безпеки. Всі вони враховують вимоги міжнародних документів, зокрема таких організацій, як Міжнародна агенція атомної енергетики, Міжнародна комісія з радіаційного захисту, Міжнародна електротехнічна комісія, Європейська комісія з радіаційного захисту та інших. В Україні нормативна база з контролю технічного стану рентгенівського обладнання донині не розроблена, а тому на практиці спеціалісти змушені у своїй роботі керуватися або експлуатаційною документацією на апаратуру, або застарілими стандартами [8].

Нормативні документи визначають 3 основних види контролю технічного стану обладнання:

Контроль обладнання при введені його в експлуатацію;

Періодичний контроль;

Поточний контроль;

Контроль технічного стану обладнання при введені його в експлуатації необхідний для визначення точки відліку, тобто оцінки первинного стану обладнання, відносно якого в подальшому буде визначатись його сталість при проведені періодичного та поточного контролю.

Перші два види контролю відрізняються поглибленою перевіркою та залученням відповідно підготовлених спеціалістів, а також більшою кількістю засобів контролю. Ці види контролю передбачають перевірку значної кількості параметрів обладнання. Але відомо, що параметричний контроль є малоефективним через відсутність для переважної більшості параметрів прямих зв’язків їх виміряних значень з цільовим призначенням обладнання, що перевіряється. До того ж цей метод дуже високовартісний.

Поточний контроль виконується персоналом рентгенівських відділень з метою визначення придатності обладнання до роботи. На жаль, існуюча методика поточного контролю рентгенівського обладнання не дозволяє об’єктивно оцінити, чи забезпечує воно потрібний рівень якості рентгенологічних досліджень, тобто отримання необхідної для діагностики якості зображень при не перевищені встановлених допустимих рівнів опромінення пацієнта.

Перші два види контролю не можуть сьогодні проводитись через відсутність методик перевірок більшості параметрів цифрового рентгенівського обладнання та засобів контролю для їх виконання, дуже малою кількістю спеціалістів у країні, які можуть проводити такі перевірки, а також через відсутність фінансування обслуговування медичного обладнання взагалі та, зокрема, рентгенівської апаратури.

Життєздатна система контролю технічного стану цифрового рентгенівського обладнання має бути простою і мусить спиратись на наявні сили та засоби. Параметри, які перевіряються, мають прямо визначити можливість використання за призначенням. Термін перебування обладнання у непрацездатному стані повинен бути мінімальним.

Таким умовам цілком задовольняє факт, коли стан обладнання перевіряється персоналом рентгенівського кабінету. Вихідними параметрами рентгенівської апаратури, які визначають її ефективність, вважають якість отриманого діагностичного зображення та еквівалентна доза опромінення пацієнта. У німецькому стандарті з контролю цифрових рентгенографічних систем передбачено перевірку таких параметрів:

Збіг світового і рентгенівських полів;

Розрізнення;

Контраст;

Наявність артефактів;

Вхідна доза;

Оптична густина;

Яскравість;

Перші чотири з них характеризують якість зображення і їх можна одночасно перевірити за допомогою спеціального фантома. Для перевірки вхідної дози потрібен або клінічний дозиметр, або вимірювач добутку дози на площу. Останні два параметри визначають якість відтворення цифрового рентгенівського зображення монітором і для їх контролю потрібен ще спеціальний прилад для контролю якості зображень на моніторах [2].

Контроль цих параметрів є надлишковим, оскільки монітор входить до загального ланцюга отримання цифрового рентгенівського зображення, тому при перевірці цифрової рентгенографічної системи опосередковано вони теж контролюються.

Таким чином, основними вихідними параметрами цифрового рентгенівського обладнання визнано якість діагностичного зображення, яка оцінюється за допомогою чотирьох допоміжних параметрів, про які йшлося вище і які одночасно перевіряються за допомогою тест-фантома, та еквівалентна доза в площині цифрового приймача, яка вимірюється за допомогою клінічного дозиметра.

Якщо на етапі введення обладнання в експлуатацію за допомогою дозиметра встановити мінімальне значення вхідної дози і зафіксувати експозицію, то в подальшому поточний контроль апарату слід проводити саме при таких значеннях анодної напруги , струму трубки та часу експозиції. В цьому випадку достатньо мати у рентгенівському кабінеті тест-фантом.

Оскільки поточний контроль виконується щоденно, це дозволяє мінімізувати час використання несправного обладнання.

* 1. **Висновок**

У даному розділі дипломної роботи проведений аналіз та обгрунтування вибору контрольних параметрів рентгенівського обладнання. Розглянуто методи прогнозуваннята методи забезпечення необхідного рівня діагностики апаратів для рентгенографії.

**РОЗДІЛ 3**

**ПОБУДОВА АЛГОРИТМУ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АПАРАТУ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ПРОГНОЗУВАННЯ**

* 1. **Методи забезпечення необхідного рівня діагностики апаратів для оцінювання їх технічного стану**

До теперішнього часу при проектуванні рентгенографічної апаратури в першу чергу прагнуть забезпечити вимоги їх технічним характеристикам, а питання технічного обслуговування апаратури розглядаються як другорядні.

Якщо раніше через простоту апаратури і невеликого числа комплектуючих елементів відмови в пристроях відбувалися значно рідше і відновлення її працездатного стану не уявляло великих труднощів, то тепер картина різко змінилася.

У сучасній рентгенографічній апаратурі зростання кількості комплектуючих елементів випереджає зростання їх безвідмовності, що призводить до зменшення середнього часу безвідмовної роботи і збільшення часу вимушеного простою апаратури. Тому доводиться приділяти особливу увагу діагностиці як одної з найбільш важливих проблем забезпечення надійності електронної апаратури.

Як відомо, надійність електронної апаратури найбільш повно визначається безвідмовністю і діагностикою. Безвідмовність характеризується закономірностями появи відмов, а діагностика – закономірностями їх попередження та усунення. Діагностика так само, як і безвідмовність, залежить від організації експлуатації та від властивостей апаратури.

Низька діагностика знижує коефіцієнти готовності і використання апаратури, а також призводить до великих витрат на її обслуговування. Іноді витрати на обслуговування апаратури у час експлуатації через низький рівень діагностика в десять разів перевищують її первісну вартість.

Забезпечення рівня діагностика апаратури передбачений комплекс заходів, що проводиться при проектуванні, розробці та експлуатації апаратури, що забезпечує скорочення тривалості технічного обслуговування та економічних витрат, що полегшує технічне обслуговування апаратури персоналом, що має середню кваліфікацію, при нормальних умовах експлуатації [9].

Для підвищення якості технічного обслуговування апарату для рентгенографії підприємства оснащуються сучасними засобами вимірювань і контролю, спеціальним технологічним обладнанням і оснащенням. Перевірка якості відновлюваної апаратури виконується на спеціально обладнаних столах з дотриманням правил вимірювань і перевірок, зазначених у нормативно-технічної документації.

При жорстких обмеженнях на час обслуговування, низької кваліфікації обслуговуючого персоналу та великої складності апаратури забезпечення вимог щодо діагностика досягається автоматизацією процесів вимірювань при профілактиці і процесі пошуку несправностей при поточних ремонтах. Автоматизовані системи пошуку несправностей містять у своєму складі спеціалізовані електронно-обчислюваної машини.

Впровадження автоматизованих систем управління дозволяє на високому рівні вирішувати питання:

* техніко-економічного планування;
* оперативного управління виробництвом;
* матеріально-технічного забезпечення та контролю за використанням матеріальних та інвестиційних ресурсів;
* обліку та підготовки кадрів (трудових ресурсів).

Практика показує, що знайти причину несправності в сучасній побутовій апаратурі для дентальної рентгенографії часто буває значно складніше, ніж усунути її. Знання найбільш розповсюд­жених практичних засобів пошуку місця знаходження відмови дозволяє провести діагностику з найменшими витратами часу і коштів, і цим забезпечити високий рівень діагностики рентген апаратури.

Розглянемо методи пошуку несправностей.

1. Метод аналізу монтажу.

Цей метод дозволяє з допомогою зору, слуху, нюху та сприймання дотиком визначити місце знаходження дефекту або напрямок його пошуку. Метод доцільно застосувати на ранніх етапах пошуку несправностей, а також при аварійному режимі роботи пристроїв. Схема електрична принципова не відображає всі компоненти, які впливають на загальну працездатність. При візуальному огляді можуть бути знайдені елементи, які згоріли, тріщини, відшарування друкованих дротів, неякісне паяння тощо. При цьому користуються лінзою.

1. Метод вимірювання.

Метод заснований на використанні у процесі пошуку несправностей вимірювальних приладів (вольтметрів, осцилографів, частотомірів тощо). Метод є найбільш ефективним у випадках, коли маємо попередню інформацію про місце знаходження несправності в блоці або модулі.

3. Метод заміни.

Цей метод дуже простий і дозволяє досить швидко визначити місце несправності в апаратурі. Достатньо мати явно справжній блок або модуль, яким можна замінити сумнівний модуль.

4. Метод еквівалентів.

Цей метод подібний попередньому і полягає у заміні частини схеми діагностичної апаратури для дентальної рентгенографії подібним її вузлом, модулем, який в результаті так само впливає на решту частини схеми.

5. Метод вилучення.

Метод полягає в тому, щоб вилучити на деякий час із схеми несправної рентген апаратури окремі елементи, вузли і провести аналіз роботи пристрою в цілому. Цей спосіб припускає тимчасове відключення або перемикання виводів підозрілих елементів, що інколи дозволяє визначити несправний елемент. Наприклад, дроселів, конденсаторів фільтрів тощо.

6. Метод електричного впливу.

Метод дозволяє отримати інформацію про місцезнаходження несправ­ності в результаті аналізу реакції схеми на різні маніпуляції, які проводить спеціаліст, який діагностує рентген апарат. До таких маніпуляцій відносяться:

* встановлення перемичок;
* зміна напруги споживання схеми;
* зміна положення повзунків змінних і підстроювальних резисторів;
* замикання контрольних точок на корпус;
* підключення працездатного конденсатора паралельно іншому елементу;
* подавання сигналів до різних дільниць схеми тощо.

7. Метод механічного впливу

Метод простукування дозволяє виявити дефекти монтажу і зазвичай застосовується за відмов, які перемежовуються. Причинами таких несправностей є:

* наявність «холодного» паяння в платах;
* замикання близько розташованих елементів між собою;
* замикання сусідніх доріжок на друкованій платі каплями припою, обрізками виводів елементів;
* зменшення пружності, забруднення або деформація контактів у з`єднувачах, держака запобіжника, змінних резисторів;
* порушення фізичної структури матеріалу та утворення ненадійного контакту в місцях паяння.

Пошук несправностей за допомогою цього методу проводиться при включеному живленні. Це – згинання друкованих плат у різних площинах, потягування за дроти, джгути тощо.

8. Метод електропрогону.

Цей метод використовується у випадках, коли несправність має нестійкий характер, а метод механічного впливу не дозволяє її виявити. Електропрогін здійснюється шляхом включення рентген апаратів на довгий термін з підвищеною напругою живлення, в межах, які допустимі. Кінцевою метою електропрогону є перетворення зворотних несправностей у схемі в незворотні, а в подальшому – визначення дефектного елемента.

9. Метод послідовного контролю.

Цей метод контролю полягає у послідовній перевірці проходження електричного сигналу від блока до блока, від каскада до каскада до виявлення несправності. Цей спосіб доцільно застосовувати для пошуку несправностей у пристроях з невеликою кількістю каскадів, які виконані на новій елементній базі. Одночасно з перевіркою проходження сигналу контролюється значення постійних напруг на виводах мікросхем, після чого вони порівнюються із значеннями, які наведені в таблицях інструкцій з експлуатації, технічних описах.

Метод послідовного контролю проходження сигналу зазвичай застосовують за принципом «від кінця до початку», тобто спочатку контроль наявності потрібного сигналу здійснюється на виході, потім поступово переміщується у бік входу, поки не буде виявлений нормальній сигнал.

10. Метод половинного поділу схеми.

Цей метод зазвичай використовують для контролю проходження сигналу у багато каскадних рентген апаратів, що дозволяє значно скоротити час пошуку місця несправності [10].

Суть методу полягає в уявному розподілі схеми пристрою на дві половини. В подальшому перевіряється наявність сигналу на виході каскаду, розташованого приблизно в середині тієї частини, де знайдена несправність. Якщо дефект не виявлений, то частина, що залишилась, знов поділяється навпіл, і так далі, поки не буде виявлений несправний каскад.

Вимоги щодо контролепридатності апаратів для дентальної рентгенографії пред`являються для виробів, що підлягають ремонту в процесі експлуатації і відносяться згідно ГОСТ 27.002-2015 до ремонтованих об`єктів.

Вимоги для визначення рівня діагностики рентген апаратів для рентгенологічної діагностики повинні включати:

1. нормоване значення показника діагностики;
2. вимоги до конструктивного виконання рентген апарату;
3. вимоги до експлуатаційної та діагностичної документації на рентген апарат.

Вимоги до діагностики рентген апаратів повинні встановлюватись з урахуванням умов їх експлуатації та діагностики, включаючи:

1. види діагностики і технічного обслуговування апаратів в процесі експлуатації;
2. організацію та умови виконання робіт з технічного обслуговування;
3. склад і кваліфікацію персоналу, який повинен експлуатувати і діагностувати рентген апарат;
4. систему забезпечення експлуатації та діагностики рентген апаратів запасними частинами, матеріалами та контрольно-вимірювальною апаратурою.

Вимоги до значення показників діагностики слід задавати і контролювати роздільно для складових частин рентген апарату, що мають самостійне конструктивне оформлення та призначення з урахуванням різниці їх конструкції складності.

Конструктивно-технічні вимоги до діагностики допускається ставити в цілому для всього рентген приладу.

Загальні вимоги для визначення рівня діагностики повинні містити вимоги до конструктивного виконання, що забезпечують пристосованість до технічного обслуговування.

Конструктивне виконання апарату має відповідати наступним вимогам по діагностики:

1. Діагностика являє собою пристосованість рентген апарату до проведення контролю його технічного стану в процесі експлуатації, технічного обслуговування і ремонту.
2. доступність деталей вузлів і складальних одиниць рентген апарату при технічному обслуговуванні при мінімальному розбиранні.
3. незалежність розбирання і заміни основних складових частин рентген приладу при обслуговуванні, що забезпечується раціональною компоновкою і ступенем розчленування і взаємним розташуванням складальних одиниць і функціональних вузлів.
4. легкоз`ємністю деталей, складальних одиниць і функціональних вузлів рентген апарату при технічному обслуговуванні, що забезпечує можливість зняття і заміни будь якої змінної складової частини без застосування спеціального інструменту і пристосувань при мінімальних витратах часу.
5. взаємозамінність однотипних деталей і складальних одиниць, при якій зміна будь якої деталі або складальної одиниці не вимагає проведення настроювально-регулювальних робіт, крім тих, які передбачені правилами експлуатації.
6. умови єдності складання рентген апарату, що виключають можливість неправильного складання і монтажу його складових частин при їх заміні.
7. оптимальна конструкція, компонування і характеристики органів управління контролю та індикації, що відповідають основним загальним вимогам ергономіки.
8. чітка і наочна система позначень і маркування складових частин виробу, контрольних точок, органів управління, регулювання та індикації.
9. оптимальний за складом, обсягом і масі комплект запасних елементів.
	1. **Методика оцінювання параметрів рентген апарату**

Метою випробувань є перевірка знаходження нормованих характеристик в встановлених межах. Характеристики встановлені в стандартах, контракті на поставку, технічному описі або інших нормативних документах. Перш, ніж приступити до контролю, проводять ідентифікацію випробуваного апарату і його вузлів. Рентгенівський апарат і його вузли повинні бути чітко ідентифіковані, наприклад найменуванням типу і серійний номер, і перевірені на відповідність контрактом на поставку. Необхідно також перевірити експлуатаційні документи, включаючи протоколи випробувань, комплектність поставки і відповідність документів поставлених апарату.

Відеоконтрольні пристрої і мульти-форматні камера повинні забезпечити отримання якісного зображення. Реалізація заснована на цифровій техніці. Забезпечує також можливість рентгенографії. Випробування в режимі рентгеноскопії слід проводити до контролю функції або одночасно з ним. Методика контролю в режимі рентгеноскопії і при його застосуванні в загальній рентгенології.

При приймальних випробуваннях вимірювання рекомендується проводити неінвазивний (безконтактним) методом. При необхідності проведення інвазивних випробувань апарат після випробувань повинен бути відновлений у первісному вигляді. Документи і вихідні дані для випробувань у комплект поставки рентгенівського апарату повинні входити наступні документи:

- декларація виробника про відповідність рентгенівського апарату стандартам;

- перелік замовлених вузлів, частин і комплекту поставки;

- технічні дані апарату, узгоджені між постачальником і замовником;

- протокати заводських випробувань або випробувань після монтажу апарату, що включають найбільш важливі характеристики, що впливають на якість зображення, наприклад номінальним значення фокусної плями;

- інструкція з експлуатації невідання, необхідні для забезпечення нормальної роботи вироби;

- відомості про умови експлуатації рентгенівського апарату, зокрема відомості, включають обмеження області випробувань, наприклад спеціальні робочі місця;

- керівництво по періодичності і обсягу технічного обслуговування;

- протоколи раніше проведених випробувань (при необхідності);

- відомості про технічні зміни.

* 1. **Випробувань** **рентген апарату**

Розрізняють такі методи випробувань:

- візуальний огляд;

- функціональні випробування;

- перевірка меж зміни характеристик апарату:

- визначення фактичних значень характеристик апарату.

Випробування слід проводити з усіма розмірами вхідного поля і всіма параметрами пучка рентгенівського випромінювання, використовуваними в клінічній практиці. Програма випробувань повинна бути схвалена особою, відповідальною за випробування, і користувачем. Всі необхідні для відтворення дані, використовувані при випробуваннях, разом з результатами випробувань повинні бути занесені в протокол. Необхідно також занести в протокол місце і дату проведення випробувань, а також прізвища осіб, що проводили їх.

Перевіряються характеристики об'єктом приймальних випробувань є: - ідентифікація виробу: - перевірка документації; - візуатьная оцінка і перевірка функціонування; - повітряний карман для отримання одного зображення (кадру); - динамічний діапазон; - контрастна чутливість; - просторовим дозволом; - артефакти; - компенсація нелінійності ослаблення (при необхідності).

Загальні положення використовувані при проведенні приймальних випробувань вимірювальні прилади повинні мати свідоцтво про повірку відповідно до нормативного документа (методикою або інструкцією по повірці).

Кермаметр Прилад для вимірювання повітряного карману повинен забезпечувати вимірювання не менше I мкГр для одиничних опромінення або 10 мкГр для серійних опромінення із загальною похибкою в межах ± 10%, включаючи рекомбінаційні втрати, зумовлені потужністю повітряної (до 2 Гр/с і часом навантаження до 1 мс), і похибки, що виникають через нерівномірне чутливості кермаметра до енергії і спектр рентгенівського випромінювання.

Умови візуального контролю якщо можливості зору недостатні, то для візуального контролю слід використовувати відповідні оптичні засоби. Візуальним оглядом не повинен заважати сліпуче світло. При візуальному контролі встановлюють відповідність зовнішнього світу умовами роботи, відсутність відблисків на телевізійному екрані і блискучих предметів в поле зору. Яскравість, контрастність, ширину і рівні вікна на відеоконтрольні пристроїв встановлюють в оптимальне положення.

При вимірах повітряної Кермен використовують фантом - алюмінієву пластину завтовшки 25 мм. Чистота алюмінію повинна бути не менше 99.5% (AI 99,5).

Фантом забезпечує виконання трьох видів випробувань: а) перевірка динамічного діапазону. Використовують фантом з пластин оргскла або підлогу і метилметакрилату (ІМ МЛ) загальної товщиною 57 мм зі вставкою у формі ступеневої клина з семи шарів міді товщиною кожного шару 0 , 2 мм для того, щоб перекрити динамічний діапазон, як мінімум, I: 15 при анодній напрузі 70 кВ; б) імітація судин текс т-об'єкти цього варіанту фантома повинні додатково імітувати контраст від 5 до 10 мг / см3 розчину йоду.

Тест-об'єкти повинні бути досить великими, щоб просторову роздільну здатність незначно впливало на їх візуалізацію, тобто їх найменший розмір повинен перевищувати п'ять пікселів зображення. Повинна бути передбачена можливість переходу від фантомів для імітації судин зі вставкою до фантом для імітації судин без вставки; с) компенсація ослаблення для перевірки компенсації ослаблення (зазвичай логарифмічна стиснення) фантом повинен мати значний шар ослаблення, в якому найтонший з семи шарів випробувального тесту для динамічного діапазону [см. перерахування а) відразу замінюється на самий товстий шар. Приклади фантоми наведені в додатках В і С.

Просторова роздільна здатність оцінюють за допомогою штриховий випробувальної світи зі свинцю товщиною 0.05 мм. переважно в діапазоні просторових частот штрихів від 0.6 до 5 пар ліній на 1 мм. Інтервал між групами просторових частот повинен бути не більше 20%. Найнижча просторова частота повинна бути не менше ніж на 20% нижче найменшого очікуваного виміру значення.

 Оцінка результатів При перевищенні нормованих граничних значень або допусків для перевірки результатів проводять не менше двох додаткових вимірів.

Ідентифікація вироби при випробуваннях повинна включати в себе найменування виробника або постачальника, найменування користувача або власника, місце і дату установки, а також відповідні позначення моделі і серійного номери апарату. Цю інформацію необхідно реєструвати в журналі.

Вибір робочих режимів вибирають програму випробувань, в якій представлений весь діапазон застосування. Його може бути будь-якої з існуючих робочих режимів або спеціальний випробувальний режим. Вимоги до програми випробувань можуть бути вказані при составлені контракту на поставку. Для кожного режиму повинні бути вказані такі параметри: - повітряна кермен на одне зображення (калре) у вхідний площині ури; - частота отримання кадрів зображення; - розмір вхідного поля ури; - розмір матриці / пікселя; - геометрія формування зображення. Режими випробувань, що відповідають режимам застосування цса, повинні бути представлені в таблиці. Примітка - кожен з обраних робочих режимів перевіряють при проведенні контролю параметрів,

Візуальний огляд і випробування на функціонування перевіряють відповідність експлуатаційним документам і функціонування: - всіх органів управління; - клавіатури (введення команд і реакція на них); - етикеток і символів інструкції.

Вимірювання повітряної кермен на зображення (Калре) вимірюють між відсівати Растр і вхідній площині ПРЗ, як можна ближче до вхідний площині ури у всіх режимах. якщо вимір проводять перед відсівати растр, при розрахунку необхідно врахувати коефіцієнт збільшення експозиції за рахунок растра. Повітряні кермен на один кадр зображення розраховують по повній повітряної Кермен всього циклу дослідження, поділеній на кількість отриманих кадрів зображень, в сталій фазі формування зображення. Вимірювання виконують з фантомами для визначення повітряної кермен, розміщеному якомога ближче до фокусної плями, при максимальному розмірі палячи опромінення для обраного режиму випробувань. Повітряні Кермен вимірюють при анодній напрузі, найбільш близькому до напруги, що використовується для вимірювань параметрів зображення. Примітка - цей рівень дози є еталонним для подальших випробувань.

Динамічний діапазон Визначають товщину фантоми, зображення якого може бути видалено субтракції при збереженні на дисплеї зображення імітації самого товстого судини. Точне вимірювання динамічного діапазону становить велику складність, тому на практиці можливі деякі похибки.

Контрастної чутливості при вимірюванні контрастної чутливості можна використовувати в двох варіантах: зі вставкою для імітації судин або без неї. Випробування починають без вставки для імітації судин, але з послаблювач для створення маскує фону, а продовжують, усуваючи вставку в пучок рентгенівського випромінювання, імітуючи фазу заповнення. Зображенням є зображення фази заповнення за вирахуванням маскує.

Процедуру можна провести в зворотному порядку, почавши з варіанту фантомів, що має вставку для імітації судин і послаблювач як маскує фону, а потім висувати вставку з пучка рентгенівського випромінювання. Контрастна чутливість визначають підрахунком числа ступенів на ступеневу клині, на яких видно кожна імітація структури судини. Отриманий результат беруть за основу при прийманні або відмову від апарату при укладанні первинного з очищення між постачальником і замовником. контрастна чутливість залежить від повітряної кермен на зображення.

В зображеннях з низькою повітряної кермен контрастної чутливості знижується через високі шумів. Контрастність в відноситься тільки до еквівалента концентрації йоду, а нс до оптичної контрастності.

Просторова роздільна здатність просить транственное дозвіл можна оцінювати на зображеннях з субтракції або без субтракції. У протоколі слід вказувати тип зображення. Оцінку проводять при експонуванні рентгенівської штриховий світи яку завадять в центр зображення під кутом 45 "до телевізійних рядків і ламелей відсівати Растр. Оцінку можна проводити без додаткового матеріалу для ослаблення в пучка ікс випромінювання при низькому анодній напрузі.

* 1. **Артефакти при перевірці зображення**

Наявність артефактів на зображенні з субтракції перевіряють з фантомом або з дозиметричним фантоми. Для виявлення артефактів тривалість циклу випробування повинна бути не менше 20 с при частоті один кадр в 1 с. Перевіряють наявність або відсутність артефактів. Реєструють вид і причину походження всіх виявлених артефактів. Нижче наведені два типи артефактів.

Артефакти, пов'язані з реєстрацією якщо просторові координати зареєстрованих одних і тих же елементів двох зображень нерухомого об'єкта не ідентичні, їх віднімання дасть паразитні деталі.

Артефакти, пов'язані з опроміненням. Причиною артефактів може бути різниця в експонуванні або як випромінювання при формуванні двох зображень для вирахування.

Ослаблення рентгенівського випромінювання в поглинає матеріалі уздовж пучка рентгенівського випромінювання нелінійно. Нелінійність компенсується до субтракції зображень. Для цього беруть логарифм значень відліків вихідного зображення. Неправильно виконана компенсація призводить до спотворення від'ємника зображення. Якщо компенсація виконана правильно, на субтракційна зображенні контрастність смуг, що імітують судини. не змінюватиметься при перетині ступенів фантоми.

* 1. **Перевірка апарату з допомогою тест-фантом та лабораторним дозиметром**

Таким чином, система контролю цифрового рентгенографічного обладнання передбачає три основні процедури: визначення опорного стану апаратури на етапі введення її в експлуатацію та експозиції, на якій буде виконуватись поточний контроль:

Поточний контроль сталості опорного стану;

Періодична перевірка відповідності вибраної експозиції встановленій вихідній дозі

Така система контролю передбачає наявність у рентгенівському відділені тільки атестованого тест – фантома, а у постачальників обладнання сервісних підприємств та контролюючих установ – додатково клінічного дозиметра, який проходить періодичну метрологічну перевірку. Така система мінімілізує потрібну кількість засобів контролю і витрат на їх метрологічне забезпечення.



Рис. 4. Зображено тест-фантом та розміщення датчика дозиметра

На рис.4а показана перевірка цифрового рентгенодіагностичного комплексу з використанням тест-фантрома та клінічного дозиметра. На контрольному цифровому зображені, яке відтворюється на екрані монітору(рис. 4б), стрілкою вказане зображення датчика клінічного дозиметра, за допомогою якого всатоновлюється потрібне значення вхідної дози в площині приймача.

Фантом використовується для контролю таких параметрів, як:

* колімація / перпендикулярність рентгенівськогопучка;
* динамічний діапазон;
* просторову роздільну здатність;
* контрастне дозвіл;
* однорідність.

Просторова роздільна здатність оцінюють за допомогою штриховий випробувальної світи зі свинцю товщиною 0.05 мм. переважно в діапазоні просторових частот штрихів від 0.6 до 5 пар ліній на 1 мм. Інтервал між групами просторових частот повинен бути не більше 20%. Найнижча просторова частота повинна бути не менше ніж на 20% нижче найменшого очікуваного виміру значення.

Методика випробувань рентгенівських апаратів для послідовністі процедури випробувань не має значення. Виходячи з практичних міркувань, по можливості, об'єднують перевірку в режимі рентгеноскопії. Кілька робочих режимів можуть бути представлені одним режимом. Випробування слід проводити для всіх розмірів вхідного поля. Фантом для вимірювання повітряної Кермен розміщують в центрі вхідного поля. Щоб уникнути попадання прямого випромінювання на вхідну дозу флн Гомлі здійснюють відповідне діафрагмування пучка рентгенівського випромінювання.

Кожну перевірку здійснюють з використанням фільтрації, встановлену для даного режиму, при анодній напрузі 70 кВ. якщо не вказано інше значення. При наявності автоматичного керування експозиційною дозою для отримання значення 70 кВ в безпосередній близькості з рентгенівської слухавкою в пучка ікс випромінювання можна розмістити матеріал для ослаблення з низьким атомним номером. Цифрові засоби підкреслення контурів або усереднення зображення не перевіряють. Їх. по можливості, відключають або зводять до мінімуму.

Доза іонізуючого випромінювання залежить від часу опромінення: чим більший час опромінення, тим більшою є доза випромінювання. Фізики кажуть, що доза випромінювання накопичується з часом. Відношення дози іонізуючого випромінювання до часу опромінення називають потужністю дози іонізуючого випромінювання. Одиниця потужності еквівалентної дози іонізуючого випромінювання — зіверт Зв на секунду.

Виміри, Які проводяться з допомого клінічного дозиметра не повині перевищуватидані вказані результати на рис.5. В момент перевищення дози опромінення рентген апарат наносить пошкодження в вигляді хронічних захворювань.



Рис. 5. Допустимі результати при перевірці лабораторним дозиметром.

Таким чином запронована система контролю цифрових рентгенографічних систем за показниками якості, основою якої є поточний контроль вихідних параметрів обладнання найбільш прийнятна в умовах дефіциту фінансофих ресурсів, оскільки мінімізує витрати на закупівлю та експлуатацію засобів контролю, не потребує високої кваліфікації персоналу, а також скорочує час необхідний для перевірки апарату.

* 1. **Прогнозування роботи рентген апарата**

Прогнозування надійності є окремим випадком розрахунку надійності на основі математичних моделей, які відображають тенденцію зміни раніш оціненої надійності об'єктів-аналогів або їх складових частин з урахуванням зміни конструкції та умов експлуатації.

Знаючи, який елемент може призвести до відмови, можемо спрогнозувати через який саме час вона відбудеться.

Ситуація відмови, як правило, відбувається за нормальним законом розподілу. Виходячи з цього, можемо визначити математичне очікування та дисперсію часу появи відмови даного елементу.

Як показали статистичні дані, найбільш ненадійним у нашому випадку є накопичувальний конденсатор. Тому доцільно буде розрахувати математичне очікування часу появи відмов такого елемента.

Маємо статистичний ряд відмов конденсатора С (табл. 1). Кількість відмов *N*=600. Визначаємо середнє значення кількості відмов за кожний місяць протягом 3 років.

Таблиця 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0;1 | 1;2 | 2;3 | 3;4 | 4;5 | 5;6 | 6;7 | 7;8 | 8;9 | 9;10 | 10;11 | 11;12 |
|  | 6 | 25 | 34 | 49 | 64 | 76 | 90 | 80 | 72 | 58 | 36 | 10 |
|  | 0,007 | 0,031 | 0,050 | 0,074 | 0,090 | 0,105 | 0,113 | 0,200 | 0,150 | 0,110 | 0,058 | 0,012 |

В таблиці:  – період часу (місяці);  – кількість відмов за даний період часу; – частота значень  в кожному періоді .

.

.

Побудуємо гістограму (рис 6.)

Рис. 6. Гістограма появи відмов конденсатора

Розрахунок математичного очікування часу появи відмови конденсатора обчислюємо за формулою

,

Де  – вибіркове значення величини *і*-го розряду.

Виберемо середину кожного розряду {            }.

Тоді:  Для розрахунку дисперсії , використаємо залежність:

,

Де 

.

В результаті: .

Таким чином, в результаті обчислень ; 

Отже, відмова накопичуючого конденсатора може статися на 7 місяці експлуатації, але щоб не допустити цього, необхідно його замінити на 6 місяці експлуатації.

* 1. **Висновок**

У даному розділі дипломної роботи проведений аналіз існуючих методів

перевірки апарату для оцінки технічного стану, а такоз побудована методика діагностики рентген апрату з допомогою тест-фантом, дозиметром, перевірка якості зображення та прогнозування надійності окремих блоків.

**РОЗДІЛ 4**

**ОХОРОНА ПРАЦІ**

* 1. **Аналіз небезпечних та шкідливих факторів під час роботи цифрового флюорографа**

Оцінюючи умови праці у флюорографічних кабінетах, слід враховувати вплив наступних небезпечних та шкідливих виробничих факторів:

- підвищений вміст іонізуючого випромінювання;

- небезпечний рівень напруги в ланцюгах, ланцюг яких може проходити через тіло людини;

- висока температура елементів технічного обладнання;

- можливість передачі інфекцій повітрям та контактом;

- наявність свинцевого пилу на поверхні обладнання та стін;

- Посилений розвиток шуму за рахунок технічних пристроїв;

- Небезпека пожежі.

**Підвищене іонізуюче випромінювання**. Для ефектів від рентгенівських променів та інших ефектів

Іонізуюче випромінювання (наприклад, гамма-промені, що випромінюються з радіоактивних матеріалів), включає:

- тимчасові зміни складу крові після відносно невеликого надлишку;

- незворотні зміни складу крові (гемолітична анемія) після тривалого впливу надмірної радіації;

- збільшення захворюваності на рак (включаючи лейкемію);

- швидше старіння і передчасна смерть;

- Катаракта

Біологічний вплив рентгенівських променів на організм людини залежить від дози опромінення. Крім рентгенівських променів, які навмисно використовуються людиною, існує також так зване дифузне непряме випромінювання через розсіювання через дефекти свинцевого екрана, яке це випромінювання повністю не поглинає. Багато електричних пристроїв, які не призначені для генерування рентгенівських променів, виробляють їх як побічний продукт. До таких пристроїв належать електронні мікроскопи та випрямні лампи високого струму (ценотрони) [13].

**Небезпечний рівень напруги в ланцюгах.** Електричний струм впливає на живу тканину:

- Тепловий ефект, який проявляється в опіку окремих ділянок тіла та зігріванні внутрішніх органів;

- механічний (динамічний) вплив, що призводить до розриву тканин тіла (м’язів, судинних стінок);

- біологічні (порушення біоелектричних процесів, що відбуваються в організмі);

- Електролітична дія, що призводить до розкладання органічних рідин, порушення їх фізичного та хімічного складу.

Вплив ураження електричним струмом на людину може призвести до ураження електричним струмом: ураження електричним струмом та місцевих травм. Зовнішні ознаки ураження електричним струмом можуть включати опіки, електричні позначки на шкірі та металізації шкіри.

Сила ураження електричним струмом залежить від струму, що протікає через тіло людини, частоти струму, фізіологічного стану тіла, тривалості струму, шляху струму в організмі та виробничих умов.

Можливість передачі інфекцій через повітря та контакт. Характерною епідеміологічною особливістю цієї групи захворювань є те, що здорова людина заражається пацієнтом при тісному контакті, тобто. H. З крапельками в повітрі. Під час кашлю, розмови та чхання пацієнт (або носій інфекції) викидає в середовище найдрібніші частинки слизу, які містять вірулентні мікроби. Після попадання останнього слизові оболонки верхніх дихальних шляхів здорової людини можуть розвинути захворювання. Багато повітряно-крапельних інфекцій є високо заразними і вражають велику кількість людей, що контактують з пацієнтом.

Риніт верхніх дихальних шляхів і слизова носа допомагають поширювати слиз з носоглотки при розмові, кашлі та чханні, що призводить до зараження у здорової людини.

**Наявність слідів свинцевого пилу на поверхні обладнання та стінах.** Оцінюючи шкідливий вплив пилу на організм людини, слід враховувати дисперсію, форму частинок, розчинність та хімічний склад. Частинки розміром до 5 мкм є найнебезпечнішими, оскільки потрапляють у легені і потрапляють в альвеоли. Більші частинки потрапляють у верхні дихальні шляхи та виводяться при видиху чи кашлі. Вплив пилу на верхні дихальні шляхи також залежить від форми частинок. Частинки пилу з гострими краями легко осідають на слизовій, важко видаляються і можуть спричинити хронічний трахеїт і бронхіт. Гострі краї також можуть спричинити травми очей. Підвищена розчинність пилу збільшує та прискорює шкідливі наслідки, коли пил є токсичною. Якщо пил нетоксичний і його вплив на тканини обмежується механічним подразненням, хороша розчинність вигідна, оскільки сприяє швидкому виведенню з легенів.

**Підвищений шум завдяки технічним пристроям.** Підвищений рівень шуму та вібрації в робочій зоні негативно впливає на організм людини. Внаслідок тривалого впливу шуму порушується нормальна діяльність людини, розвивається професійне зниження слуху, прогрес якого може призвести до зниження слуху.

Вібрації впливають на центральну нервову систему, органний баланс, викликають запаморочення, судинні захворювання. Шум і вібрація часто можуть призвести до травм.

Шум - це сукупність звуків різної частоти та інтенсивності, які виникають внаслідок коливань частинок у гнучких середовищах: твердих, рідких, газових. Розрізняють удари, механічні та аеродинамічні шуми.

* 1. **Зменшення впливу небезпечних факторів при роботі цифрового флюорографа**

Безпека в управлінні забезпечується:

- використання рентгенівського обладнання та обладнання, яке відповідає вимогам технічних та гігієнічних норм та гарантує необхідні клінічні показники при забезпеченні вимог радіаційного захисту;

- відповідна кількість кімнат, їх розташування та оздоблення;

- використання оптимальних фізичних та технічних параметрів флюорографічного обладнання в радіологічних випробуваннях;

- використання стаціонарних, мобільних та індивідуальних заходів радіаційного захисту;

- навчання безпечним методам та прийомам радіологічних обстежень;

- дотримання правил зв’язку та обладнання;

- контроль дози опромінення;

- запровадити промисловий контроль за виконанням правил та правил для забезпечення безпеки при флюорографічному випробуванні [15].

**Захист від радіаційних факторів**

Згідно з SanPiN 2.6.1.802-99 "Гігієнічні вимоги до обладнання та експлуатації рентгенівських кабінетів" повинні бути дотримані для забезпечення безпечних умов рентгенологічного дослідження для захисту від впливу електроенергії, свинцю та інших факторів, що не мають радіації, а також пожежі та епідемій.

Електрична безпека технічних пристроїв, у тому числі настільних комп’ютерів, забезпечується використанням розеток із заземлюючими контактами.

Процедури флюорографічного агентства повинні повністю виключати можливість контакту з фахівцями з відкритими носіями Частини ланцюгів в умовах експлуатації. Заземлені комунікаційні пристрої, такі як батареї опалення, повинні бути ущільнені ізоляційними плитами.

Електричні кабелі та дроти від диспетчерської до очисної кімнати слід прокладати в підземних каналах, підлогових коробках або настінних ящиках, при цьому підлога повинна залишатися вільною в місцях, де можуть пересуватися фахівці та обладнання.

Усі металеві деталі стаціонарного флюорографічного пристрою та пристрої, які можуть перебувати під напругою (металевий корпус генератора високої напруги, шафа низької напруги та штативи, фотографічні пристрої, сушильні шафи тощо) повинні бути підключені до заземлюючого бруска мідним дротом не менше 4-х довжин мм2. Сама шина (схема заземлення) повинна бути підключена до нейтрального мережевого кабелю розподільного пристрою. Інші електричні пристрої та пристрої можуть бути підключені до заземлення через розетки з додатковими контактами заземлення (Євростандарт). Клапани для установки води та опалення не повинні використовуватися як заземлення. Наявність заземлювальної планки не є необхідною, якщо в конструкції пристрою передбачений заземлюючий провід.

Процедурна кімната повинна бути обладнана трифазною мережею живлення потужністю 380/220 В, 50 Гц або однофазною мережею живлення напругою 220 В, 50 Гц, тоді як нейтральний провідник мережі повинен бути заземлений знову, залежно від використовуваного пристрою. Відхилення напруги мережі від номінального значення, коли машина працює в режимі очікування, не повинна перевищувати + -10%, а відхилення частоти + +1 Гц.

Рентгенівський пристрій повинен бути підключений до мережі за допомогою комутаційного пристрою, який повинен бути без живлення після відключення (відключення) без винятку. Відкрите положення розподільного пристрою повинно бути чітко видно. Відстань між комутаційним пристроєм (вимикачем) та панеллю управління рентгенівським пристроєм не повинно перевищувати 1,5 м. Під час рентгенографії розподільний пристрій не слід розміщувати далі, ніж 2 м від положення лікаря біля поворотного стенду.

Присутність оголених поверхонь, що містять свинцеві або свинцеві поверхні, у рентгенівському приміщенні не допускається.

Монтаж технічного обладнання на стелю повинен бути виконаний повністю з відповідною кількістю кріплень і повинен мати навантаження не менше десяти разів. Мобільні пристрої повинні бути стійкими, коли підлога нахилена до 15 °. Рухомі частини пристрою повинні мати обмежувач тиску до 300 Н. Сила руху гальмівних елементів не повинна перевищувати 40 Н. При переміщенні вантажів флюорографічний пристрій рухається відповідно до норм навантаження.

Навчальні стенди повинні бути обладнані пристроєм, що захищає фахівця від крапель з дихальних шляхів пацієнта. Частини пристрою, де пацієнт торкається тіла, повинні дозволяти повторну вологу обробку 0,1% розчином хлораміну та етанолу.

**Забезпечення радіаційного захисту**

Радіологічна безпека флюорографічного кабінету гарантується впровадженням "Норм радіаційного захисту (NRB-99) СП 2.6". 1.758-99 »: Система конструктивних захисних заходів у виробництві флюорографічних пристроїв, планування рішень під час їх експлуатації, використання стаціонарних, мобільних та індивідуальних радіаційно-захисних пристроїв, підбір оптимальних умов для проведення радіологічних випробувань, здійснення радіаційного контролю.

Люди, яким виповнилося 18 років та мають відповідний навчальний документ, можуть працювати над керуванням рентгенівським приладом. Вони пройшли інструктаж та перевірку на знання правил безпеки, які застосовуються при створенні документів та інструкцій. Фахівці з радіології проходять підготовку за програмами, що містять розділ «Радіаційний захист». Навчальний заклад, який пропонує навчання, повинен бути затверджений для навчальної діяльності.

Спеціаліст повинен знати і суворо дотримуватися таких принципів: безпека, радіаційний захист, протипожежний захист та гігієнічні умови в промисловості. Фахівець повинен негайно повідомити адміністрацію установи про порушення роботи рентгенівського апарату, про неправильне виконання заходів безпеки та про порушення пожежної охорони.

Робочі рентгенівські роботи, які не передбачені охоронними, радіаційними або іншими правовими документами, заборонені. Робота фахівця без індивідуальних дозиметричних контрольних заходів не допускається.

Професіонал не повинен підтримувати два або більше флюорографічних пристроїв, які працюють одночасно, включаючи розташування їх панелей управління в одному приміщенні.

Особи, які не мають прямого відношення до рентгенологічного обстеження, не можуть бути допущені до операції.

Спеціаліст повинен мати процедури надання першої допомоги, знати адреси та номери телефонів організацій та людей, які були поінформовані про нещасні випадки, та зберігати офіс, щоб уникнути відходів.

Під час рентгенологічного обстеження фахівець повинен спостерігати за тривалістю інтервалів між високовольтними включеннями відповідно до паспорта камери з метою контролю вибору оптимальних фізичних та технічних режимів випробувань (анодна напруга, струм анода, експозиція, товщина фільтра, розмір отвору, стиснення, відстань, відстань тощо). ) та використовувати мобільні та індивідуальні пристрої захисту від радіації у необхідній кількості та номенклатурі.

Використання засобів індивідуального захисту є обов'язковим, якщо фахівець проходить втручання під час проведення рентгенологічних досліджень.

Перевірте ефективні дози опромінення для кожного рентгенологічного дослідження. Методичні вказівки щодо методів управління МСО 2.6.1.962-00.

* 1. **Розрахунок радіаційного захисту**

Стаціонарні засоби радіаційного захисту процедурної
рентгенівського кабінету (стіни, підлога, стеля, захисні двері,
оглядові вікна, віконниці тощо) мають забезпечувати ослаблення
рентгенівського випромінювання до рівня, при якому не буде перевищений
ліміт дози ЛД для відповідних категорій опромінюваних
осіб за весь час їх перебування в суміжних з процедурною приміщеннях [18].

Розрахунок радіаційного захисту заснований на визначенні кратності
ослаблення до потужності поглиненої дози рентгенівського випромінювання в повітрі в даній точці за відсутності захисту D0 до значення
допустимої потужності поглиненої дози ДПД в повітрі:

,

де 103 - коефіцієнт переведення мГр в мкГр;

Н - радіаційний вихід - потужність поглиненої дози в повітрі в
первинному пучку рентгенівського випромінювання на відстані 1 м від
фокусної плями рентгенівської трубки, мГр\*кв.м / (мА\*хв);

W - робоче навантаження рентгенівського апарата, (мА\*хв)/тиж;

N - коефіцієнт спрямованості випромінювання, відн. од.;

30 - тривалість роботи рентгенівського апарату на тиждень (30-годинний робочий тиждень), год/тижд.;

r - відстань від фокуса рентгенівської трубки до точки розрахунку, м.

Значення радіаційного виходу Н береться з технічної
документації на конкретний рентгенівський випромінювач. Для цифрового флюорографа з захисною кабіною Н=9 мГр\*кв.м / (мА\*хв).

Значення робочого навантаження розраховані виходячи з регламентованої тривалості проведення рентгенологічних досліджень при стандартизованих значеннях анодної напруги W=2000 (мА\*хв)/тиж.

Коефіцієнт спрямованості N враховує імовірність напрямку первинного пучка рентгенівського випромінювання. У всіх напрямках, куди потрапляє тільки розсіяне випромінювання, значення N приймають рівним 0,05.

Регламентовані рівні ДПД при проектуванні стаціонарного захисту для різних приміщень СанПіН 2.6.1.802-99 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов». Для приміщення, в якому безпосередньо знаходиться флюорографічний апарат і спеціаліст рівень ДПД=13 мкГр/год.

Відстань r від фокуса рентгенівської трубки до точки
вимірювання рівня випромінювання за захистом визначається за проектною
документацією на флюорографічний кабінет. За точку розрахунку захисту
приймається точка, розташована впритул до внутрішніх поверхонь стін приміщень, прилеглих до процедурної рентгенівського кабінету або зовнішнім стін r=1,5 м.

Розрахунок радіаційного захисту приміщення:

 

На підставі розрахованих значень кратності ослаблення  визначають необхідні величини свинцевих еквівалентів елементів стаціонарного захисту. У таблиці 2 Додатка 7 СанПіН 2.6.1.802-99 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов»представлені значення свинцевих еквівалентів у залежності від значень кратності ослаблення К в діапазоні напруг на рентгенівській трубці від 50 до 250 кВ. Для К=1025 ум.од. при анодній напрузі 100 кВ товщина захисту із свинцю повинна бути 1,5 мм.

* 1. **Небезпека вибуху та пожежі при використанні цифрового флюорографа.**

Пожежі на цифрових флюорографах особливо небезпечні, оскільки спричиняють великі матеріальні втрати. Пожежа може виникнути внаслідок взаємодії горючих речовин, джерел окислення та запалювання. Кабінет флюорографії містить усі три основні фактори, необхідні для початку пожежі.

Горючими елементами є: будівельні матеріали для акустичної та естетичної обробки приміщень, дверей, підлоги, електроізоляції, сигнальних кабелів, обмоток радіоелементів, шаф тощо.

Комп'ютер живиться від 220 В змінного струму, а пристрої CFC живляться за допомогою кабелів. Ви камін, кабелі прокладені під технологічними підлогами.

Захист від пожежі - це сукупність технічних, технічних та організаційних заходів щодо протипожежного захисту об'єктів народного господарства. Основними завданнями профілактичної роботи є: Розробка та реалізація заходів щодо усунення причин, які можуть спричинити пожежі; Обмеження поширення можливих пожеж та створення умов для ефективної евакуації людей та майна у разі пожежі; Забезпечте швидке виявлення пожежі, швидке виклик та успішне гасіння пожеж.

Пожежно-вибухозахист - це система організаційних та технічних заходів щодо запобігання пожеж та вибухів, а також їх ліквідації та обмеження наслідків.

Пожежний захист пристрою, розробленого в цьому дипломному проекті, відповідає ГОСТ 12.1.004-91 "Пожежна охорона. Загальні вимоги "та вибухозахист - згідно з ГОСТ 002.21-17" вибухозахист. Загальні вимоги "

Пожежна безпека в радіаційно-захисному кабінеті повинна забезпечуватися конструктивною конструкцією флюорографічних приладів та дотриманням принципів їх встановлення та експлуатації (ізоляція електроустановки, технічний стан пристрою, робоче навантаження тощо) [18].

Двері з темної кімнати, кабінету для обробки та контрольної кімнати до коридору повинні бути відчинені «до виходу» (під час евакуації) з міркувань пожежної охорони, а від диспетчерської до кімнати обробки - на пробній стороні.

Кожна рентгенівська кімната обладнана вогнегасниками OU-2. Вогнегасники повинні бути легкодоступними. (Бак генератора, наповнений трансформаторною олією, не є одним із вогнегасників.) Кількість та місце розташування вогнегасників необхідно узгодити з інспектором пожежної охорони.

Рентгенологічний персонал повинен знати і суворо дотримуватися таких правил: охорона праці, захист, радіація, протипожежний захист та виробнича гігієна. Персонал повинен негайно повідомити інформацію про рентгенівське обладнання, несправності захисного обладнання та пожежних травм адміністрації об'єкта.

* 1. **Висновки**

У даному розділі дипломної роботи проведений аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають при технічній експлуатації цифрового флюорографа, дані рекомендації зі зменшення їхнього впливу на організм людини, що призводить до підвищення працездатності, збереженню здоров’я працівників. Також проведено розрахунок радіаційного захисту, що є найбільш доцільним для захисту людини, яка працює з рентгенологічним обладнанням. Розроблена інструкція з техніки безпеки під час технічної експлуатації цифрового флюорографа.

**РОЗДІЛ 5**

**ОХОРОНА НАВКОЛИННЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

* 1. **Аналіз природоохоронних норм**

Охорона навколишнього середовища реалізується різними способами, в тому числі юридичними. У той же час усі елементи, що становлять природне середовище, захищені в юридичних формах.

В даний час найважливішими правовими положеннями, що регулюють основи охорони навколишнього природного середовища, є українські положення "Про охорону навколишнього середовища" від 25 червня 1991 р., "Про охорону повітря" від 16 жовтня 1992 р., "Про охорону природи" створення України "від 16 червня 1992 р. "У світі тварин" від 3 березня 1993 р., "Про карантин рослин" від 30 червня 1993 р. Та ін. Крім того, кодуються деякі відносини щодо використання та охорони навколишнього середовища (земля, вода, ліс, підземка) та українські нормативні акти "Про Плата за землю "від 3 липня 1992 р.," Про ветеринарну медицину "від 25 липня 1992 р., Врегульована у червні 1992 р. Значення вирішення цієї проблеми визначається постановою Верховної Ради" Порядок обмеження, тимчасового блокування (призупинення) або припинення діяльності компаній, установи, організації та об’єкти у разі порушення норм охорони навколишнього природного середовища "підтверджує навколишнє середовище".

Основними принципами природокористування є його цілеспрямованість, планування та тривалість, ліцензування, враховуючи велике значення у суспільному житті тощо. При цьому виділяють такі групи природних ресурсів, як право на загальне та спеціальне використання земель, води, лісів, надр, дикої природи та інших природних ресурсів.

Суб'єктами права на спільний використання природних ресурсів можуть бути всі громадяни відповідно до законодавства України "Про охорону навколишнього середовища" для задоволення різних потреб та інтересів. Він здійснюється громадянами безкоштовно та без ліцензії, тобто не потребує відповідного дозволу уповноважених органів та осіб. Наприклад, прийнято використовувати парки, сквери, ставки, ліси, збираючи дикі ягоди, гриби, горіхи тощо. Право на загальне природокористування закріплено в мистецтві. 3. 13 Конституція України:

"Кожен громадянин має право реалізовувати свої майнові права відповідно до закону". Особливе використання природних ресурсів пояснюється загальним екологічним управлінням.

На відміну від перших, це використання деякими природними ресурсами громадянами, компаніями, установами та організаціями, в яких частина законодавчо визначених природних ресурсів передається їм у користування. Така передача зазвичай дорога і забирає багато часу. Природні ресурси надаються на основі спеціальних дозволів - державних положень про право постійного користування.

Окрім прав суб’єктів як користувачів навколишнього середовища, сучасне право формує та інтенсивно розвиває екологічні права та обов'язки. Відповідно до Конституції України: «Кожен має право на безпечне та здорове довкілля та на відшкодування шкоди, заподіяної порушенням цього права. Кожна людина має право на вільний доступ до інформації про стан довкілля, якість продуктів харчування та предметів домашнього вжитку, а також право на поширення цієї інформації. "Формулювання українського Закону про охорону навколишнього природного середовища схожа, оскільки це право є одним із основних прав людини. Це право є обов'язком держави забезпечити виконання гігієнічних заходів щодо поліпшення та покращення стану навколишнього середовища.

Усі екологічні права громадян охороняються та відновлюються в судовому порядку [20].

Окрім законів, Закон України про охорону навколишнього середовища охоплює також певні зобов’язання громадян. Так, незалежно від того, громадяни є екологами чи ні, вони повинні охороняти природу, раціонально використовувати свої ресурси та не завдавати шкоди. Крім того, екологічне законодавство України передбачає конкретні зобов'язання для громадян та підприємств, установ та організацій, які підлягають спеціальному використанню природних ресурсів. Так, плата за спеціальне природокористування базується на стандартах оплати та обмеженнях використання природних ресурсів. Ці стандарти встановлюються з урахуванням розподілу природних ресурсів, їх якості, використання, розташування та можливості переробки та зберігання відходів. Крім того, необхідні спеціальні питання охорони природи для оплати конкретних фондів забруднення, які виділяються на атмосферні викиди від забруднення; Внесення забруднюючих речовин у водну поверхню, у прибережні та морські води, а також у підземні.

Інспекції в галузі природокористування та охорони навколишнього середовища проводяться за допомогою інспекції, моніторингу, інспекції, інвентаризації та спеціальних знань. Це можуть робити затверджені державою органи, а також державні органи. Рада депутатів, державні адміністрації, Міністерство охорони навколишнього природного середовища та місцеві органи влади відповідають за державний контроль.

* 1. **Негативний вплив рентгену на навколишнє середовище**

За технічними даними, флюорограф не викликає забруднення. Зона небезпеки радіації місцева і не виходить за межі шафи. Тому мікроклімат флюорографічної оболонки є найбільш забрудненим. Однак, дотримання правил та експлуатаційних вимог щодо флюорографічних шаф та обладнання може зменшити негативний вплив обладнання.

Оцінюючи умови праці у флюорографічних кабінетах відповідно до SanPin 2.6.1.1192-03, слід враховувати такі небезпечні та шкідливі фактори:

- підвищене іонізуюче випромінювання;

- наявність свинцевого пилу на поверхні обладнання та стін;

- підвищений шум, спричинений технічним обладнанням [26].

Підвищене іонізуюче випромінювання. Ефекти, спричинені впливом рентгенівських променів та інших іонізуючих випромінювань (наприклад, гамма-променів, що випромінюються радіоактивними матеріалами), включають:

- тимчасові зміни складу крові після відносно низького впливу;

- незворотні зміни складу крові (гемолітична анемія) після тривалого впливу надмірної радіації;

- збільшення захворюваності на рак (включаючи лейкемію);

- швидше старіння і передчасна смерть;

- катаракта

Біологічний вплив рентгенівських променів на організм людини залежить від рівня дози опромінення. Окрім рентгенівських променів, які люди цілеспрямовано використовують, існує також так зване дифузне, непряме випромінювання, яке виникає внаслідок розсіювання через недосконалості в свинцевому щиті і не поглинає повністю ці випромінювання. Багато електричних пристроїв, які не призначені для генерування рентгенівських променів, генерують їх як побічний продукт. До таких пристроїв належать електронні мікроскопи та випрямні лампи високого струму (ценотрони) [22].

* 1. **Заходи зменшення дії факторів, що негативно впливають на навколишнє середовище.**

Заходи щодо зменшення впливу факторів навколишнього середовища Наявність свинцевого пилу на поверхні обладнання та стін. Оцінюючи шкідливий вплив пилу на організм людини, слід враховувати дисперсію, форму частинок, розчинність та хімічний склад. Частинки розміром до 5 мкм є найнебезпечнішими, оскільки потрапляють у легені і потрапляють в альвеоли. Більші частинки потрапляють у верхні дихальні шляхи та виводяться при видиху чи кашлі. Вплив пилу на верхні дихальні шляхи також залежить від форми частинок. Частинки пилу з гострими краями легко осідають на слизовій, важко видаляються і можуть спричинити хронічний трахеїт і бронхіт. Гострі краї також можуть спричинити травми очей. Підвищена розчинність пилу збільшує та прискорює шкідливі наслідки, коли пил є токсичною. Якщо пил нетоксичний і його вплив на тканини обмежується механічним подразненням, хороша розчинність вигідна, оскільки сприяє швидкому виведенню з легенів.

Підвищений шум завдяки технічним пристроям. Підвищений рівень шуму та вібрації в робочій зоні негативно впливає на організм людини. Внаслідок тривалого впливу шуму порушується нормальна діяльність людини, розвивається професійне зниження слуху, прогрес якого може призвести до зниження слуху.

Вібрації впливають на центральну нервову систему, органний баланс, викликають запаморочення, судинні захворювання. Шум і вібрація часто можуть призвести до травм.

Шум - це сукупність звуків різної частоти та інтенсивності, які виникають внаслідок коливань частинок у гнучких середовищах: твердих, рідких, газових. Розрізняють удари, механічні та аеродинамічні шуми [19,22].

У надзвичайних випадках під час роботи з флюорографічним пристроєм жодне радіоактивне речовина не потрапляє у навколишнє середовище.

Оскільки флюорограф є частиною персонального комп’ютера, можливо, доречно вважати його джерелом забруднення.

Основними компонентами комп’ютера є системний блок та пристрої вводу / виводу: клавіатура, маніпулятор (миша), жорсткі диски, принтер, сканер і монітор. Також можуть бути доступні мережеві фільтри та джерела безперебійного живлення. Усі ці елементи створюють складний електромагнітний стан на робочому місці при роботі з комп’ютером, що сприяє захисту навколишнього середовища.

Основними шкідливими факторами при роботі з комп’ютером є:

- зменшити контрастність зображення при інтенсивному зовнішньому освітленні;

- дзеркальні зображення на передній частині екрана;

- мерехтливе зображення на екрані монітора.

Контроль радіаційних властивостей:

- електромагнітне поле монітора в діапазоні частот від 20 Гц до 1000 МГц;

- статичне завантаження екрана;

- ультрафіолетове випромінювання в діапазоні від 200 до 400 нм;

- інфрачервоне випромінювання в діапазоні 1050 нм - 1 мм;

- рентген 1,2 кВ [23].

Під час роботи монітора на екрані накопичується статична електрика, створюючи електростатичне поле.

Електростатичне поле також генерується клавіатурою, яка електризується поверхневим тертям та маніпулятором. Крім того, випромінювання виходить і з центру системного блоку. Змінність електростатичного потенціалу користувачів становить від -3 до +5 кВ. Експерименти показують, що електричне поле швидко збільшується від 2 до 12 кВ / м, навіть після використання клавіатури.

Комп'ютерні монітори є джерелом рентгенівських, бета-та гамма-променів. Рентгенівські промені присутні лише під час роботи монітора. Виникає, коли електронний промінь гальмується як характерне випромінювання від атомів CRT-матеріалу. Для зменшення шкідливого впливу іонізуючого випромінювання напруга анода в моніторах зменшувалася, а скло додавали до скла монітора.

Основними джерелами шуму в приміщенні є принтери, фотокопіювальні апарати та системи кондиціонування, а в самому комп’ютері - вентилятори та трансформатори системи охолодження. Рівень шуму в таких приміщеннях досягає 85 дБ.

Параметри електромагнітних полів монітора, такі як інтенсивність та частота випромінювання, тривалість дії впливають на біологічну реакцію людини

* 1. **Вимоги до розміщення рентгенологічного кабінету**

Флюорографічній кабінет не допускається розміщувати в житлових будинках і дитячих закладах. Допускається функціонування флюорографічних кабінетів у поліклініках, вбудованих у житлові будинки, якщо суміжні по вертикалі та горизонталі приміщення не є житловими. Допускається розміщення флюорографічних кабінетів у прибудові до житлового будинку, а також в цокольних поверхах, при цьому вхід в флюорографічних кабінет повинен бути окремим від входу в житловий будинок.

Не допускається розміщувати флюорографічні кабінети під приміщеннями, звідки можливе протікання води через перекриття (басейни, душові, вбиральні тощо). Не допускається розміщення процедурної флюорографічного кабінету суміжно з палатами для вагітних і дітей.

При зміні умов експлуатації флюорографічного кабінету (апарату), введення в експлуатацію інших флюорографічних апаратів, адміністрація лікувально-профілактичного закладу забезпечує отримання нового санітарно-епідеміологічного висновку.

При виявленні фахівцями санітарно-епідеміологічної служби порушень, що вимагають припинення експлуатації флюорографічного апарата, орган санітарно-епідеміологічної служби відкликає чинний санітарно-епідеміологічний висновок. Експлуатація флюорографічного кабінету (апарату) без санітарно-епідеміологічного висновку не допускається.

Ширина дверного отвору в процедурній флюорографічних кабінету повинна бути не менше 1,2 м при висоті 2,0 м, розмір інших дверних прорізів - 0,9 х 1,8 м.

Поверхні стін і стелі в процедурній і кімнаті управління мають бути гладкими, легко чиститись і допускати вологе прибирання. Оздоблювальні матеріали повинні мати санітарно-епідеміологічний висновок, що допускає їх використання в житлових і громадських будівлях.

Розміщення флюорографічного апарата проводиться таким чином, щоб первинний пучок випромінювання був спрямований у бік капітальної стіни, за якою розміщується менш відвідуване приміщення. Не слід направляти прямий пучок випромінювання в напрямок оглядового вікна (кімнати управління захисної ширми). При розміщенні кабінету на першому або цокольному поверхах вікна процедурної екрануються захисними віконницями на висоту не менше 2 м oт рівня вимощення будівлі. При розміщенні флюорографічного кабінету вище першого поверху на відстані від процедурної до житлових і службових приміщень сусіднього будинку менше 30 м вікна процедурної екрануються захисними віконницями на висоту не менше 2 м від рівня чистої підлоги.

Біля входу в процедурну кабінету флюорографії на висоті 1,6 - 1,8 м від підлоги або над дверима повинна розміщуватись світлове табло (сигнал) «Не заходити!» біло-червоного кольору, що автоматично загоряється при включенні анодної напруги. Допускається нанесення на світловий сигнал знака радіаційної небезпеки.

Управління флюорографічним апаратом здійснюється в приміщенні проведення рентгенологічного дослідження за допомогою виносного пульта управління на відстані не менше 2,5 м від рентгенівського випромінювача.

Приплив повітрообміну повинен здійснюватися у верхню зону, витяжка - з нижньої і верхньої зон у відношенні 5010%.

У заново споруджуваних будинках вентиляція флюорографічних кабінетів загального призначення повинна бути автономною. Дозволяється обладнання флюорографічних кабінетів кондиціонерами.

На флюорографічний апарат має бути така документація:

- санітарно-епідеміологічний висновок на вид діяльності: експлуатація, зберігання, випробування та ін флюорографічного апарату у флюорографічному кабінеті;

- санітарно-епідеміологічний висновок на флюорографічний апарат як на продукцію, що представляє потенційну небезпеку для людини;

- санітарно-епідеміологічний висновок на проект флюорографічного кабінету;

- технічний паспорт на флюорографічний кабінет;

- інструкція з охорони праці, що включає вимоги з радіаційної безпеки, щодо попередження та ліквідації радіаційних аварій;

- санітарні правила, інші нормативні та інструктивно-методичні документи, що регламентують вимоги радіаційної безпеки.

До початку роботи персонал проводить перевірку справності обладнання з обов'язковою реєстрацією результатів у контрольно-технічному журналі. При виявленні несправностей необхідно припинити роботу і викликати представника організації, що здійснює технічне обслуговування і ремонт обладнання.

Після закінчення робочого дня відключаються флюорографічний апарат, електроприлади, настільні лампи, електроосвітлення, вентиляція, проводиться вологе прибирання стін з миттям підлог і ретельна дезінфекція елементів і приладдя рентгенівського апарату. Щомісячно проводиться вологе прибирання з використанням 1 - 2%-го розчину оцтової кислоти. Не допускається проведення вологого прибирання процедурної та кімнати управління флюорографічного кабінету безпосередньо перед початком і під час флюорографічних досліджень [15].

**Вимоги до стаціонарних засобів радіаційного захисту рентгенографічного кабінету**

Стаціонарні процедурні заходи від радіаційного захисту рентгенівська кімната (стіни, підлога, стеля, захисні двері, перегляд вікон, жалюзі тощо) Це повинно забезпечувати подушку рентген до рівня, який не перевищується обмеження дози для відповідних категорій випромінювання люди, що перебувають у сусідніх процедурних кімнатах.

Засоби захисту у вигляді готових виробів (захисні двері, захисні вікна, екрани, жалюзі, жалюзі тощо) повинні забезпечувати рівень захисту (багаторазове демпфування), що є результатом розрахунку захисту, що міститься в технологічній частині конструкції флюорографічного кабінету, захисний ефект від нерухомих лікарських засобів повинен бути не менше 0,25 мм еквівалент свинцю.

При використанні будівельних матеріалів необхідно мати дані про їх захисні властивості або визначати захисні властивості в акредитованих організаціях за допомогою контрольних зразків.

Матеріали з необхідними конструктивними та захисними властивостями, які відповідають гігієнічним вимогам, можуть використовуватися як матеріали для виготовлення стаціонарного захисту.

Розрахунки захисту для двох або більше флюорографічних пристроїв, встановлених у процесі, виконуються для кожного пристрою. Необхідні часи демпфування та товщина захисного корпусу вибираються виходячи з найскладніших умов.

Залежно від конструктивних особливостей та технології використання конкретного пристрою, конструкція стаціонарного флюорографічного протектора технологічного шафи повинна визначати області, для яких проводяться розрахунки захисту для ослаблення вихідного рентгенівського променя. Решта стаціонарної зони захисту повинна забезпечувати придушення лише розсіяного випромінювання.

Після закінчення терміну корисного використання дозиметр слід демонтувати для запобігання подальшому використанню та здати на спеціально позначені ділянки на сміттєзвалищах промислових відходів [24].

**Радіаційний дозиметричний контроль**

На підприємствах, де використовуються джерела іонізуючого випромінювання, слід проводити дозиметричний радіаційний моніторинг, який є невід’ємною частиною системи захисту від радіації інституту та надає необхідну інформацію про стан радіації в об'єкті, зовнішньому середовищі та дозі опромінення персоналу.

Система моніторингу радіації в об'єкті розробляється проектною організацією на стадії технічного проектування. Конструкція споруди передбачає розділ «Радіаційний захист», в якому слід визначати тип та кількість радіаційного дозиметричного контролю, перелік необхідних радіометричних та дозиметричних приладів, додаткове обладнання, облаштування стаціонарних пристроїв та періодичних пунктів огляду, склад необхідних приміщень та персоналу інспектора з радіаційного захисту.

Служба захисту від радіації в інституті визначає кількість, тип та частоту радіаційних перевірок, а також виставлення рахунків та порядок обліку результатів.

Моніторинг радіаційного середовища, залежно від виду виконуваних робіт, включає:

- перевірка дози рентгенівського та гамма-випромінювання, густини частинок бета, нейтронів та інших іонізуючих випромінювань на робочих місцях, в сусідніх приміщеннях та в приміщеннях санітарно-захисної та наглядової зони;

- перевірка ступеня забруднення радіоактивних речовин на робочих поверхнях та обладнанні, на шкірі та одязі працівників;

- контроль викиду радіоактивних речовин в атмосферу;

- контроль рівня радіоактивного матеріалу в рідких відходах, які скидаються безпосередньо в резервуар чи каналізацію;

- контроль за збиранням, вивезенням та захороненням радіоактивних твердих і рідких відходів;

- Перевірити ступінь забруднення зовнішніх об'єктів за межами компанії.

Результати всіх видів радіаційного моніторингу повинні фіксуватися та зберігатися протягом 50 років. Проводячи індивідуальну перевірку, слід подавати як річну, так і загальну дозу за весь період професійної діяльності спеціалістів [25].

При оперативному контролі впливу персоналу рівень радіоактивних нуклідів у повітрі в робочій зоні контрольованої зони, в атмосферному повітрі та воді повинен визначатися виходячи з допустимих або контрольних значень.

Під час встановлення контрольних рівнів дійте так:

- необхідність підтримувати радіаційне опромінення в об'єкті нижче допустимого рівня;

- планування заходів щодо поліпшення радіаційної обстановки;

- нерівності впливу випромінювання з часом, наприклад, Б. для періодичних робіт, перехідних робіт тощо.

**5.5. Висновок**

У даному розділі дипломної роботи проведений аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час технічної експлуатації цифрового рентгенографа, що негативно впливають на навколишнє природне середовище; розроблені заходи по охороні навколишнього середовища, при застосуванні яких виріб не буде негативно впливати на навколишнє середовище. Також проведено розрахунок радіаційного захисту рентгенологічного кабінету, що є найбільш доцільним для захисту природи і людини.

**ВИСНОВОК**

При проведенні технологічного процесу діагностування апарату для рентгенівської діагностики важливе значення має рівень контролепридатність, який не завжди відповідає вимогам технічного обслуговування апаратури.

В даній дипломній роботі було проаналізовано існуючі методи діагностування технічного стану. Досліджено вплив вибору контрольних параметрів на якість технічного обслуговування для рентгенівської апаратури. Зображено залежність технічного стану від вчасної діагностики медичного обладнання.

Досліджено метод діагностики на прикладі діючої моделі апарату для рентгенографії «ФЦ-ОКО». Проведено аналіз його будови і технічних характеристик цього приладу.

На основі отриманих даних розроблено методику,яка б підвищила визначення рівня технічного обслуговування апаратів для стоматологічної рентгенівської діагностики в цілому, яку рекомендовано використовувати під час діагностування рентгенівських апаратів.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Боровиков С. М., Надёжность радиоэлектронных устройств, 2007, 48с.
2. Глущенко П. В., Техническа диагностика, 2004, 350с.
3. Быкадыров Л.К., Основы эксплуатации радиоэлектронной апаратуры., Высшая школа, 2001, 320с.
4. Кузовик В. Д., Кучеренко В. Л., Булигіна О. В. Експлуатація біомедичної апаратури: Навчальний посібник/МОН. – К.: НАУ, 2010. – 160 с.
5. [Кузовик В. Д., Кучеренко В. Л., Булигіна О. В.  Основи оцінки технічного стану електронної апаратури: конспект лекцій/ МОН; Національний авіаційний університет.  – Київ: НАУ-друк, 2010.– 116 с.](http://www.lib.nau.edu.ua/search/Details.aspx?id=245355&lang=uk-UA)
6. Стефанькова С. К. Руководство по установке и техническому обслуживанию 2006. 40с.
7. Давыдов П. С. Техническая діагностика радиоэлектронных устройств и систем. – М.: Радио и связь, 2000. – 256 с.
8. Комаров Ю.Л., надёжность радиоэлектронной апаратуры, 2005, 85с.
9. Агаханян, Электронные устройства в медицинских приборах, 2005, 510с.
10. Дэвидсон, Поиск несправностей РЭА без схем, 2002, 536с.
11. Кар Д., Проектирование и изготовление электронной апаратуры, 2003, 388с.
12. ГОСТ 15.601-98 «Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое обслуживание и ремонт техники».
13. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.
14. Ткачук К.Н. Основи охорони праці. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.
15. СанПиН 2.6.1.802-99. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов.-М., 1999.
16. ОСП-72/87. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизационного излучения.
17. ПТЕЕС. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.-Київ, 2006.
18. ППБ-С. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.-М., 2008.
19. ДЖИГИРЕЙ В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. : Навч. посіб. – 4-те вид., випр. І доп. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2006 – 319 с.
20. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища".-2005 р.
21. ФРАНЧУК Г.М., МАЛАХОВ Л.П., ПІВТОРАК Р.М. Екологічні проблеми довкілля: Навч. посіб. – К.: КМУЦА, 2000 – 180 с.
22. ІСАЄНКО В.М., КРИВОРОТЬКО В.М., ФРАНЧУК Г.М. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Дипломне проектування: Навч. посіб. – К.: НАУ, 2005. – 192 с.
23. ДСН 3.3.6.042-99. Санiтарнi норми мiкроклiмату виробничих примiщень. - Київ, 2000. - 16с.
24. СП 2.6.1.758-99. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99).-М., 1999.
25. МУК 2.6.1.962-00. Контроль эффективных доз облучения пациентов при медицинских рентгенологических исследованиях. методические указания по методам контроля.-М., 2000.
26. СанПиН 2.6.1.1192-03. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований.-М., 2003.